Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Грабко
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов

Робоча група з підготовки конференції:
Голова робочої групи: проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;
Заступник голови робочої групи: начальник НДЧ ВНТУ Богачук В. В.;
Члени робочої групи:
заступники деканів факультетів з наукової роботи;
заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи;
директор ІРВЦ Власюк А. І.;
начальник відділу з питань інтелектуальної власності Кондратьєва Л. М.;
провідний інженер відділу з питань інтелектуальної власності Петросюк Т. А.

М34 Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2017) [Електронне мережне наукове видання] : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2017.

ISBN 978-966-641-742-1

Збірник містить тексти доповідей XLVI регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-742-1

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2017

Зміст

НТК ВНТУ. Факультет машинобудування та транспорту 2911

Пленарне засідання

Леонід Геннадійович Козлов ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАТРОННОГО ПРИВОДА ПРИ ПРОСТОРОВОМУ РУСІ МАНІПУЛЯТОРА 2912

Секція автомобілів та транспортного менеджменту

Віктор Вікторович Біліченко, Дмитро Вікторович Борисюк ЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ 2919

Віктор Вікторович Біліченко, Дмитро Вікторович Борисюк ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА МОДИФІКАЦІЯ ВАЖКОГО ТАНКА «ОБ'ЄКТ-279» 2921

Андрій Альбертович Кашканов МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ УЧАСНИКІВ ДТП 2926

Андрій Альбертович Кашканов, Юрій Олександрович Воложинський, Ярослав Володимирович Назарук ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ 2929

Євгеній Валерійович Смирнов АЛГОРИТМ ПЕРЕВІРКИ РЕАЛІЗОВНОСТІ ВАРІАНТІВ ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ 2933

Марія Вадимівна Куца, Дмитро Олександрович Галущак ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN PASSAT ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ 2937

Вячеслав Йосипович Зелінський, Володимир Анатолійович Каращенко ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ФІРМОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ 2940

Олег Павлович Антонюк, Анастасія Василівна Баран ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ СКЛАДІВ АТП 2942

Віктор Вікторович Біліченко, Сергій Володимирович Цимбал, Наталія Олександрівна Біліченко ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 2944

Дмитро Олександрович Галущак, Надія Григорівна Вигонюк АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ TOYOTA PRIUS 2947

Віталій Альбертович Кашканов ПЕРСПЕКТИВНІ ВИДИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ 2949

Володимир Кужель ДО ПИТАННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ 2952

Анастасія Василівна Баран, Юрій Юрійович Кукурудзяк ДІАГНОСТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПУСКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА 2955
Володимир Кужель МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ 2958
Володимир Кужель ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ЗАСТОСУВАННЯ ДІОДІВ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ ТА СВІТЛОВОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ 2961
Віктор Вікторович Біліченко, Сергій Володимирович Цимбал ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ М. ДНІПРО 2964
Віктор Вікторович Біліченко, Олександр Володимирович Харчук, Володимир Сергійович Грех МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МІСЬКОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ 2967
Віктор Вікторович Біліченко, Роман Сергійович Лановий, Богдан Олександрович Петрук АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В М. ДНІПРО 2970
Сергій Володимирович Цимбал, Максим Сергійович Білик АНАЛІЗ ДОХОДІВ ВІД ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ РІЗНИМИ ВИДАМИ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ 2974
Сергій Володимирович Цимбал, Андрій Юрійович Базиль АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦІ МИКОЛИ ОВОДОВА ТА ВУЛИЦІ КНЯЗІВ КОРІАТОВИЧІВ У М. ВІННИЦІ 2977
Віктор Вікторович Біліченко, Сергій Сергійович Коробов ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ УПРАВЛІННЯМ ЇХ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ 2980
Юрій Юрійович Кукурудзяк, Валентин Олександрович Василяка ДІАГНОСТУВАННЯ ФОРСУНОК БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ 2983
Сергій Миколайович Севостьянов, Я. В. Слизькоухий, М. С. Ліснюк ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЗІ ЗМІННИМ ОБ'ЄМОМ РОБОЧОЇ КАМЕРИ 2986
Віталій Олександрович Огневий ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ТРАНСФОРМА-ЦІЙНИХ ЗМІН НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ 2988

Секція безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки

Іван Вікторович Заюков ПРОФІЛАКТИКА СОЦІАЛЬНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ САМОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я ЗАЙНЯТОГО НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ 2992
Олег Володимирович Березюк, Ольга Сергіївна Полуденко, Ганна Леонідівна Антонюк РАДІОЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ 2997
Ганна Леонідівна Антонюк, Ольга Сергіївна Полуденко, Олег Володимирович Березюк ПЕРСПЕКТИВНІ ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАННЯ ВМІСТУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ 3000
Олег Володимирович Березюк, Юлія Олегівна Котляр СУЧАСНИЙ СТАН ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ 3003
Олександра Русланівна Демедюк ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ЗАХИТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ 3009

Секція галузевого машинобудування

Тарас Віталійович Коняєв ШПИНДЕЛЬНИЙ ВУЗОЛ АГРЕГАТНОГО ВЕРСТАТА 3012
Андрій Владиславович Козловський ПРИВОД ПОВОРОТНИХ СТОЛІВ 3014
Леонід Клавдійович Поліщук ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ СТРІЛИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНОЇ СТРІЧКИ З РОЛИКООПОРАМИ КОНВЕЄРА 3016
Віталій Васильович Снігур ІНЕРЦІЙНИЙ ВІБРОПРЕС–МОЛОТ 3018
Дмитро Володимирович Турчик ПЕРСПЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ ВЕРСТАТІВ 3021
Вадим Петрович Міськов ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПОДІЛЬНИКІВ 3024
Іван В'ячеславович Севостьянов ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ РОЗЧИНЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН У БІОЛОГІЧНИХ ДОБРИВАХ 3026
Іван Севостьянов УСТАНОВКА ДЛЯ БАГАТОСТАДІЙНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ 3028
Михайло Марущак, Роман Обертюх МЕТОДИКА ПРОЕКТНОГО РОЗРАХУНКУ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ 3032
Олександр Дмитрович Манжілевський ДВОКООРДИНАТНИЙ ПРИВОД З ЧПК НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА "ARDUINO" 3042
Олександр Дмитрович Манжілевський ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРНА УСТАНОВКА НА БАЗІ ГАЗОГЕНЕРАТОРА 3045
Ярослав Володимирович Іванчук, Ярослав Петрович Веселовський МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА З ОДНОКАСКАДНИМ КЛАПАНОМ-ПУЛЬСАТОРОМ 3048
Святослав Дмитрович Музичук ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИСТРІЙ ДЯ ВІБРОСВЕРДЛІННЯ 3053
Олег Коваль ПРО ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ 3057
Юрій Анатолійович Свящук ПНЕВМОІМПУЛЬСНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ЦИЛІНДР З ВБУДОВАНИМ ГЕНЕРАТОРОМ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ ПАРАМЕТРИЧНОГО ТИПУ 3059
Валерій Олександрович Кравчук РОБОЧИЙ ОРГАН ПРИСРОЮ ДЛЯ ВТОРИННОГО ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ 3062

Секція інженерної механіки

Жанна Павлівна Дусанюк, Олександр Володимирович Дерібо, Сергій Володимирович Репінський, Максим Сергійович Плис ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «ФЛАНЕЦЬ» 3064
Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Максим Віталійович Гоменюк МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ 3068
Юрій Іванович Муляр АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВІБРАЦІЙНОГО ВАЛЬЦЯ З ГІДРОПРИВОДОМ 3071
Леонід Геннадійович Козлов, Олег Володимирович Піонткевич, Сергій Іванович Котик ОГЛЯД СХЕМ ТА КОНСТРУКЦІЙ ГАЛЬМІВНИХ КЛАПАНІВ ДЛЯ ГІДРОСИСТЕМ 3073

Юрій Анатолійович Бурєнніков, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Дмитро Григорович Придиус, Вадим Володимирович Грінченко ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ БЛОКА ДІЛИЛЬНОГО 3076
Іван Онуфрійович Сивак, Сергій Володимирович Репінський, Антон Олександрович Веклюк ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ТОКАРНОГО РІЗЦЯ НА ЙОГО СТІЙКІСТЬ ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ 3081
Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Оксана Віталіївна Паславська, Андрій Васильович Курилець, Михайло Іванович Устич АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ 3084
Ігор Сергійович Михайловський, Анна Олегівна Наконечна, Дмитро Олександрович Лозінський ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПОРЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РОЗПОДІЛЬНИКА З НЕЗАЛЕЖНИМ КЕРУВАННЯМ ПОТОКІВ 3088
Андрій Миколайович Білінський, Павло Ігорович Мазур, Дмитро Олександрович Лозінський ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAE-СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ МАШИН 3090
Олександр Володимирович Печінський, Володимир Олегович Урбанський, Іван Онуфрійович Сивак, Ольга Валентинівна Сердюк СПОСОБИ ПОВЕРХНЕВОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ 3092
Антон Іванович Маєвський, Іван Онуфрійович Сивак, Ольга Валентинівна Сердюк МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ОБКОЧУВАННІ РОЛИКОМ 3095
Леонід Геннадійович Козлов, Микола Петрович Коріненко ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИК ДЛЯ ГІДРОСИСТЕМИ ЧУТЛИВОЇ ДО НАВАНТАЖЕННЯ 3098
Сергій Володимирович Репінський, Леонід Геннадійович Козлов, Юрій Анатолійович Бурєнніков, Оксана Віталіївна Паславська АНАЛІТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ККД ОБ'ЄМНОГО НАСОСА З ЧАСТОТНО-КЕРОВАНИМ ПРИВОДНИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ 3101
Віктор Петрович Пурдик, Віталій Генадійович Сапожник, Олег Сергійович Кубишкін, Юрій Петрович Піддубний МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК ЦЕГЛИ 3105
Наталя Аркадіївна Возній, Віктор Петрович Пурдик ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ 3108
Жанна Павлівна Дусанюк, Олександр Володимирович Дерібо, Дмитро Олександрович Діхтяренко, Вадим В'ячеславович Кошовий ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВИЛКА» 3111
Олександр Володимирович Дерібо, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ПОДАЧІ НАСОСА НА ХВИЛЬОВІ ПРОЦЕСИ В ДОВГІЙ НАПІРНІЙ ЛІНІЇ ГІДРОПРИВОДУ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ 3115
Олександр Володимирович Дерібо, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Василь Іванович Гуцалюк, Олена Володимирівна Черноволик ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОВГОЇ НАПІРНОЇ ГІДРОЛІНІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ НА ХАРАКТЕР ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ 3119
Вадим Анатолійович Ковальчук, Леонід Геннадійович Козлов ГІДРОПРИВОД ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА ЗІ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ 3123
Павло Ігорович Мазур, Наталія Степанівна Семічаснова ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ СИСТЕМ ДЛЯ РАДІОКЕРОВАНИХ ЛІТАКІВ 3125
Віталій Анатолійович Подоляк, Євгеній Сергійович Гарбуз, Олександр Валентинович Чорний, Олександр Васильович Петров АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЕКСЦЕНТРИКОВОГО КУЛАЧКА 3127
Віталій Анатолійович Подоляк, Володимир Вікторович Тарасюк, Сергій Олександрович Гундерчук, Олександр Васильович Петров АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЗАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ З ГІДРОПЛАСТМАСОЮ 3129
Олександр Васильович Петров ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОПРИВОДУ ЧУТЛИВОГО ДО НАВАНТАЖЕННЯ ПІД ЧАС РОБОТИУ В РЕЖИМІ ЗАХИСТУ ВІД ПЕРЕВАНТЕЖЕННЯ 3132
Жанна Павлівна Дусанюк, Олександр Володимирович Дерібо, Юрій Миколайович Перебейніс, Олексій Євгенович Желєзняк ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄТА УТОЧНЕННЯ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ ТОНКИМ РОЗТОЧУВАННЯМ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ 3136
Андрій Миколайович Москалюк, Сергій Іванович Сухоруков ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДВОШАРОВИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ 3140
Ольга Валентинівна Сердюк НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПРИ ОБКОЧУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ТОРОЇДАЛЬНИМ РОЛИКОМ 3142
Артем Сергійович Салабай ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ РИФТІВ ПРИ ШТАМПУВАННІ 3145
Віктор Петрович Пурдик, Олександр Леонідович Брицький, Вадим Аркадійович Підлубний, Вадим В'ячеславович Кошовий ФІЗИКО – МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕМЕТАЛІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ В ГІДРОАПАРАТУРІ 3148
Секція матеріалознавства та технології підвищення зносостійкості
Олег Євгенійович Науменко, Олександр Володимирович Поступайло ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ МЕТАЛУ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ НІКЕЛЕМ ТА ХРОМОМ НА ФОРМУВАННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ 3150
Олег Леонідович Гайдамак, Ганна Анатоліївна Лічман РОЗРОБКА ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ 3152
Ярик Русланович Здиальський, Олександер Володимерович Поступайло ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ ЛЕГОВАНОГО НІКЕЛЕМ ТА ХРОМОМ 3154
Олег Леонідович Гайдамак, Максим Петрович Сідлак РОЗРОБКА УСТАНОВКИ З ЧПК ТА ДЕТОНАЦІЙНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН 3156

Дмитро Віталійович Бакалець, Василь Володимирович Вергелес ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВОДНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЗДВОЄНИМ ЕЛЕКТРОДОМ....3158
Олег Леонідович Гайдамак, Андрій Андрійович Осадчук ВДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ....3161
Юрій Юрійович Назаров, Максим Володимирович Пушкар, Валерій Йосипович Шенфельд ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПЛАВЛЕННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ З СТРУКТУРАМИ ЗА ПРИНЦИПОМ ШАРПІ....3164
Валерій Йосипович Шенфельд, Максим Сергійович Дмитрієв ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПОВЕРХОНЬ ЗМІЦНЕНИХ ГРАФІТОВИМ ЕЛЕКТРОДОМ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗМІНИ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЕЛЕКТРОДА....3167
Валерій Іванович Савуляк, Андрій Андрійович Осадчук УСТАНОВКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ НА ПОВЕРХНЯХ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ ПОКРИТТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ....3170
Валерій Іванович Савуляк, Олександр Вікторович Щербаков, Михайло Васильович Фуштей ПІДВИЩЕННЯ УДАРНО- МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ З ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ПОКРИТТІВ....3172
Дмитро Віталійович Бакалець ОТРИМАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НАПЛАВКОЮ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ....3174
Олена Павлівна Шиліна, Костянтин Валентинович Бучковський ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ....3177
Олена Павлівна Шиліна, Павло Волордимирович Левандовський ВПЛИВ ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТРУКТУРУ У ПОВЕХНЕВОМУ ШАРІ....3180
Олена Павлівна Шиліна, Максим Петрович Сідлак ВЛАСТИВОСТІ ТА ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ЛЕГОВАНИХ ВАНАДІЄМ....3182
Олена Павлівна Шиліна, Сергій Дмитрович Кліменко ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ МОЛОТКІВ ЗЕРНОДРОБАРКИ....3186
Валерій Іванович Савуляк, Олександр Сергійович Хоменко КОРЕЛЯЦІЯ МІЖ ТВЕРДІСТЮ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЮ ШНЕКА ДЛЯ ЕКСТРУЗІЇ ПЕЛЕТ....3189
Валерій Іванович Савуляк, Валерій Олександрович Криворучко ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОГОЮ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ....3191
Олександр Володимирович Поступайло, Валерій Іванович Савуляк МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ РІЗНОТО-ВЩИННИХ З'ЄДНАНЬ....3193
Роман Русланович Остроус, Олександр Володимирович Поступайло ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ УТВОРЕНОГО ПОСЛІДОВНО ЗМІННИМ ХІМІЧНИМ СКЛАДОМ ЕЛЕКТРОДНОГО МАТЕРІАЛУ....3196
Дмитро Віталійович Бакалець, Володимир Миколайович Макієнко КОНСТРУКЦІЯ ЕЛЕКТРОДОТРИМАЧА ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ....3198
Олег Леонідович Гайдамак, Руслан Сергійович Попроцький РОЗРОБКА ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ....3201
Валерій Іванович Савуляк, Олег Віталійович Довгань ЕЛЕКТРИЧНА ЕРОЗІЯ ПІДШИПНИКІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ УСТАНОВОК....3203
Олексій Францович Карбовський ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УСТАНОВКИ З ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ....3205
Секція озброєння та військова техніка
Олександр Юрійович Співак ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ....3207
Олег Леонідович Гайдамак, В. Ясиньський ШТУРМОВА ГВИНТІВКА «ТАВОР» TAR - 21 – ТАКТИКОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ....3210
Віктор Вікторович Біліченко, Дмитро Вікторович Борисюк ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОРПУСУ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ТЯГАЧА МТ-ЛБ....3214
Дмитро Вікторович Борисюк ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ СНАРЯДА 9М114....3218
Віктор Вікторович Біліченко, Дмитро Вікторович Борисюк ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА МОДИФІКАЦІЯ ВАЖКОГО ТАНКА «ОБ'ЄКТ-279»....3221
Віктор Вікторович Біліченко, Дмитро Вікторович Борисюк ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА МОДИФІКАЦІЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА ТАНКА Т-72....3226
Олег Леонідович Гайдамак ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ОТРИМАНИХ ГАЗОДИНАМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ....3232
Олег Леонідович Гайдамак, Антон Вікторович Лисун ПОРІВНЯННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГВИНТІВКИ М 16 ТА АВТОМАТА АК 74....3235
Михайло Іванович Побережний ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАЖКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ....3241
Михайло Іванович Побережний, Андрій Анатолійович Прилуцький ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СТРІЛЬБИ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ....3243
Михайло Іванович Побережний, Роман Олегович Мартишев АНАЛІЗ СКОРОСТРІЛЬНОСТІ АВТОМАТИЧНОЇ І САМОЗАРЯДНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ....3245
Юлія Вікторівна Новицька ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК ПІСТОЛЕТУ МАКАРОВА....3247
Володимир Іванович Кривцун, Андрій Миколайович Баранов ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ МАШИН В ХОДІ БОЙОВИХ ДІЙ....3250
Андрій Павлович Поляков, В'ячеслав Йосипович Нагачевський ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ....3254

Андрій Павлович Поляков, Андрій Юрійович Ворончук АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 3258
Михайло Іванович Побережний, Ярослав Сергійович Романов ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ 3263
Андрій Павлович Поляков ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК США 3266
Володимир Віталійович Зянько, Павло Андрійович Поляков ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТЕХНІКИ НА ГУСЕНИЧНІЙ БАЗІ 3271
Андрій Павлович Поляков, Микола Юрійович Миронюк АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОДАЧІ ПАЛИВА ДИЗЕЛІВ ТА ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СКЛАД ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ З МЕТОЮ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 3276
Юрій Володимирович Булига СПОСОБИ НАРІЗАННЯ СТВОЛІВ 3281
Сергій Сергійович Аданніков АК-47– РЕПЛІКА STG44: МІФ ЧИ ПРАВДА? 3283
Секція опору матеріалів та обробки тиском
Олег Леонідович Гайдамак РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО МЕТАЛІЗАТОРА ТА УСТАНОВКИ З ЧПК ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН 3286
Юлія Олегівна Слободянюк, Руслан Станіславович Ткаченко ФЕНОМЕНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЗМІЦНЕННЯ МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ В ПРОЦЕСІ ЇХ БАГАТОСТУПІНЧАСТОГО ВОЛОЧІННЯ 3290
Владислав Володимирович Охов, Інна Юріївна Кириця ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ НА СТІЙКІСТЬ ТІЛ, ЯКІ СПИРАЮТЬСЯ НА ПЛОЩИНУ 3292
Олег Ростиславович Ємельянов, Владислав Едуардович Ковтун, Інна Юріївна Кириця ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ НА РІВНОВАГУ ЗБІЖНОЇ СИСТЕМИ СИЛ 3294
Михайло Володимирович Назаренко, Тетяна Ігорівна Молодецька ПАРАДОКСИ ТЕРТЯ, ГАЛЬМІВНА КОЛОДКА І КОЛЕСО 3296
Віталій Олександрович Басістий, Олександра Євгенівна Антонюк, Ліза Леонідівна Гончарук ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ СХІДЧАСТОЇ КОТУШКИ ПО ШОРСТКІЙ ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПОВЕРХНІ 3301
Юрій Ярославович Сімаков, Олексій Валентинович Ахіпов ВНУТРІШНІ ЗУСИЛЛЯ В СТЕРЖНЕВИХ ЕЛЕМЕНТАХ ПІДІЙМАЧА 3303
Юлія Юріївна Локотей, Володимр В'ячеславович Панкевич РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ТА ОБОДІ КОЛЕСА 3305
Олександр Володимирович Грушко, Олександр Володимирович Гуцалюк, Анна Анатоліївна Лічман КАРТА МАТЕРІАЛУ СТВОЛА (СТАЛЬ 38Х2МЮА) 3308
Олександр Володимирович Грушко, Олександр Володимирович Гуцалюк ДЕФОРМОВНІСТЬ КОРОТКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАГОТОВОК В ПРОЦЕСІ ЇХ РЕДУКУВАННЯ 3311
Роман Віталійович Кукіль РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ 3313
Віктор Євгенійович Перлов, Анастасія Богданівна Урода АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОШЛЯХАХ ВІННИЦІ. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ 3315
Олександра Євгенівна Антонюк, Надія Сергіївна Копитко, Ліза Леонідівна Гончарук МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ БАШТИ АТРАКЦІОНУ 3318
Вільям Патрік Мбуім ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНИЙ СТАН ДИСКА, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ 3322

XLVI Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту

Оргкомітет

Голова оргкомітету

Ю. А. Бурєнніков, ВНТУ, Україна

Заступник голови оргкомітету

Л. Г. Козлов, ВНТУ, Україна

Члени оргкомітету

В. В. Біліченко, ВНТУ, Україна
Р. Д. Іскович-Лотоцький, ВНТУ, Україна
В. А. Огороднiков, ВНТУ, Україна
А. П. Поляков, ВНТУ,Україна
В. І. Савуляк, ВНТУ, Україна
І. В. Севостьянов, ВНТУ, Україна
І. О. Сивак, ВНТУ, Україна

Секції

Пленарне засідання
Секція автомобілів та транспортного менеджменту
Секція безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки
Секція галузевого машинобудування
Секція інженерної механіки
Секція матеріалознавства та технології підвищення зносостійкості
Секція озброєння та військова техніка
Секція опору матеріалів та обробки тиском

УДК 621.22

Л.Г. Козлов

ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАТРОННОГО ПРИВОДА ПРИ ПРОСТОРОВОМУ РУСІ МАНІПУЛЯТОРА

Винницькій національний технічний університет

Анотація

Розглянута схема гідропривода . Розроблена математична модель гідропривода маніпулятора. Розраховані динамічні характеристики гідропривода. Визначено вплив конструктивних параметрів гідропривода на динамічні характеристики.

Ключові слова: гідропривод, маніпулятор, математична модель, динамічні характеристики, просторовий рух.

Annotation

Considered chart of hydraulic drive. Worked mathematical model of hydraulic drive. The expected dynamic descriptions of hydraulic drive. Influence of structural parameters on dynamic descriptions of hydraulic drive are calculated.

Keywords: hydraulic drive, manipulator, mathematical model, dynamic descriptions, spatial motion.

В будівництві та промисловості широко застосовуються мобільні робочі машини з маніпуляторами. Виробники машин налагодили випуск широкої номенклатури змінних робочих органів: різного типу захватів, екскаваційного обладнання, підйомників, гідроножиць та ін. Конструкція маніпулятора та система його приводів визначають, в основному, функціональні можливості мобільної робочої машини, а також її характеристики. Характеристики та ефективність роботи мобільних машин покращується при оснащенні їх механотронними приводами на основі регульованих насосів та контролерів [1]. На рис. 1 показана схема маніпулятора з мехатронним приводом.

Схема включає стойку 1, стрілу 2, рукоять 3, захват 4, гідроциліндри 5, 6 та механізм повороту 7. Маніпулятор змонтований на рамі 8 мобільної машини. Під час виконання робочих операцій рама 8 мобільної машини фіксується відносно опорної поверхні за допомогою аутригерів 10 та 11. Мехатронний привод маніпулятора включає регульований насос 12 з регулятором 13, гідророзподільники 19 та 20, гальмівний клапан 26, адаптивний регулятор 34, датчики тиску 29 та 30. Гідроциліндри забезпечують поворот ланок маніпулятора відносно осей x та z. На ланки маніпулятора діють проекції M_x, M_y, M_z головного моменту зовнішніх сил $\overline{\mathbf{M}}$. Рух маніпулятора визначається проекціями кутових швидкостей ω_x, ω_y, ω_z.

Рівняння просторового руху маніпулятора та кутової швидкості в проекціях на осі координат мають вигляд:

$$\begin{cases} \dfrac{dL_x}{dt} + \omega_y L_z - \omega_z L_y = M_x; \\ \dfrac{dL_y}{dt} + \omega_z L_x - \omega_x L_z = M_y; \\ \dfrac{dL_z}{dt} + \omega_x L_y - \omega_y L_x = M_z; \end{cases} \qquad \begin{cases} \omega_x = \left(L_x + I_{xy} \cdot \omega_y + I_{zx} \cdot \omega_z\right) / I_{xx}; \\ \omega_y = \left(L_y + I_{xy} \cdot \omega_x + I_{yz} \cdot \omega_z\right) / I_{yy}; \\ \omega_z = \left(L_z + I_{zx} \cdot \omega_x + I_{yz} \cdot \omega_y\right) / I_{zz}, \end{cases}$$

де L_x, L_y, L_z – проекції кінетичного моменту $\overline{\mathbf{L}}$ рухомих частин маніпулятора на осі координат, M_x, M_y, M_z – проекції моменту $\overline{\mathbf{M}}$ зовнішніх сил, що діють на маніпулятор.

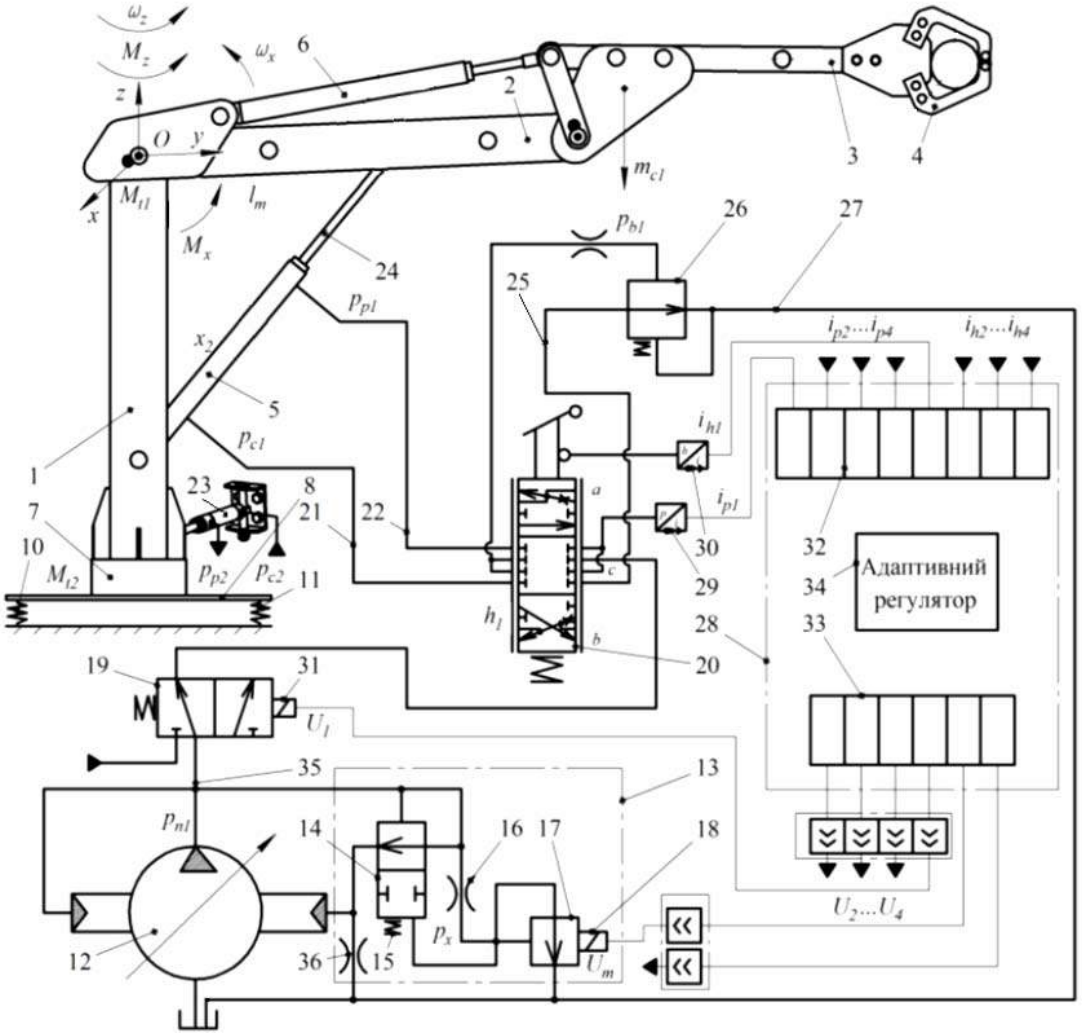


Рис. 1. Схема маніпулятора з мехатронним приводом

Проекції кінетичного моменту та тензор інерції маніпулятора мають вигляд:

$$L_x = I_{xx}\cdot\omega_x - I_{xy}\cdot\omega_y - I_{zx}\cdot\omega_z;$$
$$L_y = -I_{xy}\cdot\omega_x + I_{yy}\cdot\omega_y - I_{yz}\cdot\omega_z;$$
$$L_z = -I_{zx}\cdot\omega_x - I_{zy}\cdot\omega_y + I_{zz}\cdot\omega_z.$$

$$\left(I_{ij}\right) = \begin{bmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{zx} & I_{zy} & I_{zz} \end{bmatrix}$$

Математична модель привода маніпулятора на основі регульованого насоса має вигляд:

$$I\frac{d^2\gamma}{dt^2} = p_{n1}\cdot f_5\cdot l - p_e\cdot f_4\cdot l - \frac{\pi\cdot\rho\cdot\nu_k\cdot d_4\cdot l_4}{\varepsilon_0}\cdot\frac{d\gamma}{dt}\cdot\cos\gamma - M_{\nu 2} + m_0 + m_1\cdot Q_{n1} +$$
$$+ m_2\cdot p_{n1} + m_3\cdot Q_{n1}^2 + m_4\cdot p_{n1}^2 + m_5\cdot p_{n1}\cdot Q_{n1} + m_f(\omega_n);$$

$$m_x\frac{d^2x}{dt^2} = p_x\cdot\frac{\pi\cdot d_x^2}{4} - k_m\cdot i_{m1} - \left(\frac{\pi\cdot\rho\cdot\nu_k\cdot d_x\cdot l_x}{\varepsilon_x}\right)\cdot\frac{dx}{dt};$$

$$m_p\frac{d^2z}{dt^2} = p_{n1}\frac{\pi\cdot d_p^2}{4} - p_x\frac{\pi\cdot d_p^2}{4} - C_p\cdot(H_p + z) - \frac{\pi\cdot\rho\cdot\nu_k\cdot d_p\cdot l_p}{\varepsilon_p}\cdot\frac{dz}{dt};$$

$$m_b \frac{d^2 y_1}{dt^2} = p_b \cdot \frac{\pi \cdot d_b^2}{4} - c_b \cdot (H_b + y_1) - A_g + B_g \cdot p_{p1} - \frac{D_g}{y_1} + \frac{E_g}{y_1^2} -$$
$$- \left(\frac{\pi \cdot \rho \cdot v_k \cdot d_b \cdot l_b}{\varepsilon_b} \right) \cdot \frac{dy_1}{dt};$$

$$F_7 \cdot d_8 \cdot k_1 \cdot n_n \cdot tg\gamma - k_{n1} \cdot p_{n1} = a + b \cdot h_1 + c \cdot \Delta p_1 + d \cdot h_1^2 + e \cdot \Delta p_1^2 + f \cdot h_1 \cdot \Delta p_1 +$$
$$+ \mu \cdot k_z \cdot z \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |p_{n1} - p_0|}{\rho}} \cdot sign(p_{n1} - p_0) + \beta_n \cdot W_{n1} \frac{dp_{n1}}{dt};$$

$$a + b \cdot h_1 + c \cdot \Delta p_1 + d \cdot h_1^2 + e \cdot \Delta p_1^2 + f \cdot h_1 \cdot \Delta p_1 =$$
$$= \frac{F_{c1} \cdot l_m \cdot \omega_x}{\cos \alpha_m} + \beta_p \cdot W'_{c1} \frac{dp_{c1}}{dt} + \beta_n \cdot W_{c1} \frac{dp_{c1}}{dt} - \mu \cdot f_b \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |p_{c1} - p_{b1}|}{\rho}} \cdot sign(p_{c1} - p_{b1});$$

$$\frac{F_{p1} \cdot l_m \cdot \omega_x}{\cos \alpha_m} = \mu \cdot k_b \cdot y_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_{p1}}{\rho}} + \beta_p \cdot W_{p1} \frac{dp_{p1}}{dt};$$

$$\mu \cdot f_b \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |p_{c1} - p_{b1}|}{\rho}} \cdot sign(p_{c1} - p_{b1}) = \frac{\pi \cdot d_b^2}{4} \cdot \frac{dy_1}{dt} + \beta_p \cdot W_b \cdot \frac{dp_b}{dt} -$$
$$- \exp(A_b \cdot p_b + B_b \cdot t^\circ + C_b \cdot \varepsilon_b + D_b);$$

$$\mu \cdot k_z \cdot z \sqrt{\frac{2 \cdot |p_{n1} - p_0|}{\rho}} \cdot sign(p_{n1} - p_0) =$$
$$= \mu \cdot f_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_0}{\rho}} + \beta_p \cdot W_0 \frac{dp_0}{dt} + \mu \cdot f_e \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |p_0 - p_e|}{\rho}} \cdot sign(p_0 - p_e);$$

$$\mu \cdot f_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |p_{n1} - p_{x1}|}{\rho}} \cdot sign(p_{n1} - p_{x1}) = \mu \cdot \pi \cdot d_x \cdot x \cdot \sin\left(\frac{\alpha_x}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_x}{\rho}} + \beta_p \cdot W_x \frac{dp_x}{dt};$$

$$\mu \cdot f_e \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |p_0 - p_e|}{\rho}} \cdot sign(p_0 - p_e) = \beta_p \cdot W_e \frac{dp_e}{dt} - \exp(A_e \cdot p_e + B_e \cdot t^\circ + C_e \cdot \varepsilon_e + D_e) -$$
$$- f_4 \cdot l \cdot \frac{d\gamma}{dt} \cdot \cos\gamma;$$

$$p_{c1} \cdot k_u \cdot k_c \cdot [F_k(i_{p1})] = L_e \frac{di_{m1}}{dt} + i_{m1} \cdot R_e;$$

$$M_x = p_{c1} \cdot F_{c1} \cdot l_m \cdot \cos\alpha_m - m_{c1} \cdot g \cdot l_m - p_{p1} \cdot F_{p1} \cdot l_m \cdot \cos\alpha_m - R_1 \cdot \frac{2 \cdot d_{n1}}{\pi} \cdot sign\omega_x -$$
$$- M_{t1} \cdot sign\omega_x - m_g \cdot g \cdot l_g;$$

Рівняння, що описують роботу привода повороту маніпулятора при роботі від нерегульованого насоса в режимі постійного потоку, мають вигляд:

$$M_z = p_{c2} \cdot F_{c2} \cdot l_z - p_{p2} \cdot F_{p2} \cdot l_z - M_{t2} \cdot sign\omega_z - F_{r1} \cdot f_{r1} \cdot \frac{d_{r1}}{2} \cdot sign\omega_z -$$

$$- F_{r2} \cdot f_{r2} \cdot \frac{d_{r2}}{2} \cdot sign\omega_z;$$

$$Q_{n2} = \omega_z \cdot l_T \cdot F_{c2} + \beta_p \cdot W_{c2} \cdot \frac{dp_{c2}}{dt} + \beta_n \cdot W'_{c2} \cdot \frac{dp_{c2}}{dt};$$

$$\beta_n = \frac{1}{E_p} + \frac{d_{mp}}{\delta_{mp} \cdot E_{mp}(p)};$$

$$E_p = \frac{1}{\beta_p} = E_{p0} \frac{W_f / W_a + 1}{W_f / W_a + (E_{p0} \cdot p_0) / p^2};$$

де $p_{c1}, p_{p1}, p_e, p_0, p_{b1}$ – тиски на вході та виході гідроциліндра 5 (див. рис. 1), в системі керування насоса 12, на вході гальмівного клапана 26; z, y_1 – координати положення золотника регулятора 14 та золотника гальмівного клапана тиску 26; ω_x, ω_z – кутові швидкості обертання стріли та маніпулятора; γ – кут повороту планшайби регульованого насоса 12; f_0 – площа дроселя 36 в системі керування насоса; F_{c1}, F_{p1}, f_4, f_5, f_e, f_b – площі поршня гідроциліндра 5, сервоциліндрів регульованого насоса, поршнів насоса, демпферів сервоциліндра насоса та гальмівного клапана; D_c, d_p, d_b, d_7, d_8, d_x, d_{mp} – діаметри гідроциліндра 5, золотника 14 регулятора, золотника гальмівного клапана, поршнів регульованого насоса та кола контакту поршнів насоса з планшайбою, дроселя регулятора насоса, внутрішній діаметр трубопроводів; k_q, k_m, k_n, k_c, k_u – коефіцієнти питомої сили тертя в гідроциліндрі 5, пропорційності зусилля електромагніта, витоків в насосі 12, підсилення датчика тиску 29 та підсилювача; L_e, R_e – індуктивність та активний опір обмоток електромагніта 18; c_b – жорсткість пружини гальмівного клапана; i_{m1}, i_{p1}, i_{h1} – струми в обмотках електромагніта клапана 17, на виході датчика тиску 29 та датчика положення 30; F_n, T_c – сили приведеного навантаження на штоці 24 та тертя в гідроциліндрі 5; μ – коефіцієнт потоку через дросельні та золотникові елементи; ρ – густина робочої рідини; l_p, l_4, l_b, l – довжина контакту золотника регулятора 14, сервоциліндра насоса 12, золотника гальмівного клапана 26 з корпусами, плече дії сервоциліндрів регульованого насоса 12; I – момент інерції планшайби насоса; m_p, m_b, m_{c1}, m_g – маси золотників регулятора 14 та гальмівного клапана 26, приведена маса робочого механізму, маса вантажу; W_{n1}, W_0, W_c – об'єми гідроліній між насосом 12 та гідророзподільником 19, між регулятором 14 та сервоциліндром, між гідророзподільником 20 та гідроциліндром 5; n_n – частота обертання вала насоса 12; k_1 – кількість поршнів в насосі 12; q_0 – питома сила тертя в гідроциліндрі 5; $\varepsilon_p, \varepsilon_n, \varepsilon_b$ – зазори між золотником регулятора 14, сервоциліндром насоса 12, золотником гальмівного клапана та корпусами; h_1 – відкриття робочого вікна пропорційного гідророзподільника 20; $F_k(i_{pi})$ – передавальна функція, що реалізується контролером 28; H_b – попереднє стиснення пружини гальмівного клапана 26; m_0, m_1, m_2, m_3 – коефіцієнти залежності моменту опору на планшайбі насоса від витрати та тиску; A_g, B_g, D_g, E_g – коефіцієнти в формулі гідродинамічної сили; A_b, B_b, C_b, D_b – коефіцієнти в формулі витоків з камери керування; M_x, M_z – моменти, що розвивають приводи стріли та повороту маніпулятора; M_{t1}, M_{t2} – моменти тертя гідроциліндрів стріли та механізму повороту; p_{c2}, p_{p2} – тиски на вході та виході гідроциліндра механізму повороту; l_z, l_m, l_g – плечі дії гідроциліндра механізму повороту, приведеної маси маніпулятора та вантажу; F_{r1}, F_{r2} –

реакції в підшипниках механізму повороту; f_{r1}, f_{r2} – коефіцієнти тертя в підшипниках механізму повороту; F_{c2}, F_{p2} – площі гідроциліндра механізму повороту; Q_{n2} – витрата нерегульованого насоса; W_{c2} – об'єм гідролінії між нерегульованим насосом та гідро циліндром; β_p – приведений коефіцієнт податливості газоріднної суміші; β_n – приведений коефіцієнт гумово-металевих трубопроводів та газоріднної суміші; E_{p0}, E_p, $E_{mp}(p)$ – модуль пружності робочої рідини, приведені модулі пружності газоріднної суміші та гумово-металевих трубопроводів; δ_{mp} – товщина стінки трубопроводу; W_f – об'єм рідини в газоріднній суміші при величині тиску p; W_a – об'єм газу в газоріднній суміші при атмосферному тиску.

Просторовий рух маніпулятора забезпечується суміщенням обертального руху стойки 1 (див. рис. 1) з рухом стріли 2 або рукояті 3. Розглянута одночасна робота стойки, що приводиться до руху гідроциліндром 23 та стріли, що приводиться до руху гідроциліндром 5. Гідроциліндри 23 та 5 живляться від окремих насосів. Кожний із гідроциліндрів 23 та 5 має індивідуальний привод і швидкості поршнів залежать від відкриття робочих вікон пропорційних розподільних золотників, через які гідроциліндри під'єднані до насосів.

Математична модель маніпулятора дозволяє визначити характеристики просторового руху при одночасній роботі двох гідроприводів. В роботі визначено вплив параметрів приводів та маніпулятора на величину часу регулювання t_p та перерегулювання σ під час запуску маніпулятора в роботу.

На показники якості регулювання при одночасній роботі двох приводів суттєво впливає момент інерції маніпулятора. На рис. 2 розглянуто вплив на час регулювання t_p та перерегулювання σ в приводі підйому стріли при одночасному повороті стойки маніпулятора моменту інерції маніпулятора при різних значеннях компонент I_{xx} та I_{zz}.

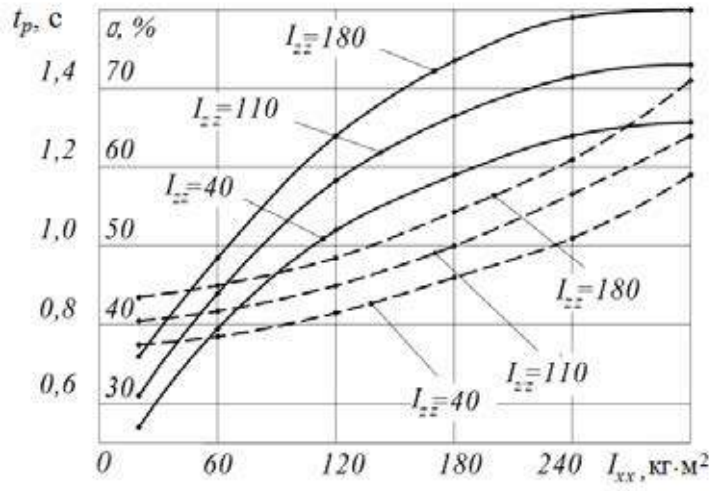


Рис. 2. Залежність часу регулювання t_p (—)та перерегулювання σ (---) від величин I_{xx} та I_{zz} при суміщенні роботи двох приводів

Покращення показників якості в динамічних режимах роботи, перш за все зменшення перерегулювання та часу регулювання, досягається в приводах маніпулятора за рахунок раціонального вибору конструктивних параметрів регулятора насоса. Проведено дослідження впливу основних конструктивних параметрів регулятора насрса на показники якості керування в динамічних процесах при зустрічному навантаженні.

На рис. 3 подано вплив параметрів регулятора насоса: площі дроселя f_0, площі демпфера сервоциліндра f_e та коефіцієнта підсилення робочого вікна регулятора k_z на час регулювання. Моделювався процес запуску гідроциліндра підйому стріли при одночасному обертанні стойки маніпулятора з усталеною кутовою швидкістю $\omega_z = 0{,}2$ рад/с.

Дослідження проведені при відкритті робочого вікна пропорційного розподільного золотника $h = 4 \cdot 10^{-3}$ м та зустрічному навантаженні на стрілу маніпулятора $M_x = 2{,}8 \cdot 10^4$ Н·м, що відповідає величині тиску на вході в гідроциліндр в усталеному режимі $p = 16{,}0$ МПа. Збільшення параметрів регулятора насоса в діапазонах f_0=(1,5…4,0)·10^{-6} м^2 та k_z=(1,5…6,0)·10^{-3} м зменшує час регулювання. Площа демпфера сервоциліндра f_e впливає на час регулювання неоднозначно. Зміна f_e в діапазоні (1,0…2,4)·10^{-6} м^2 зменшує час регулювання, а подальше її збільшення веде до зростання t_p. В розглянутих діапазонах зміни k_z та f_e збільшення цих параметрів забезпечує зменшення перерегулювання. Зміна площі дроселя f_0 від 1,5·10^{-6} м^2 до 3,0·10^{-6} м^2 супроводжується зростанням величини перерегулювання σ, а подальше збільшення до значень 4,0·10^{-6} м^2 практично не впливає на величину σ.

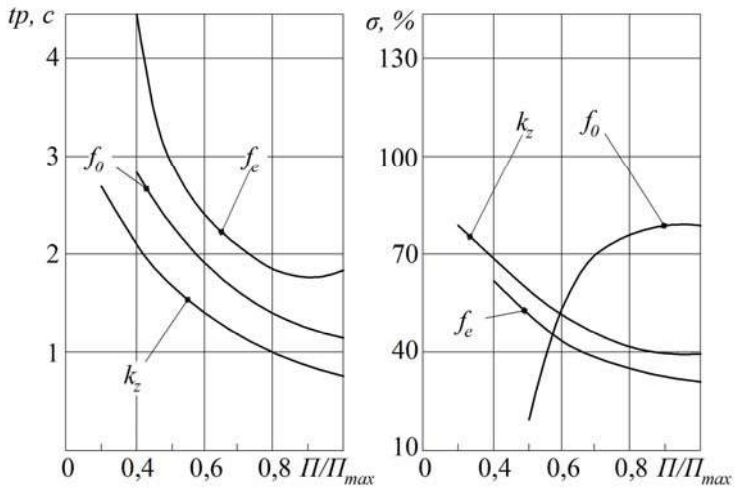


Рис. 3. Вплив параметрів демпфера f_e, дроселя f_0, коефіцієнта підсилення регулятора насоса k_z на час регулювання t_p та перерегулювання σ

Зміна величини f_b суттєво не впливає на величину перерегулювання σ, збільшення k_b та n_b в розглянутих діапазонах суттєво збільшують величину перерегулювання.

На рис. 4 а подано розрахований перехідний процес при одночасному запуску гідроциліндра механізму повороту маніпулятора та гідроциліндра підйому стріли.

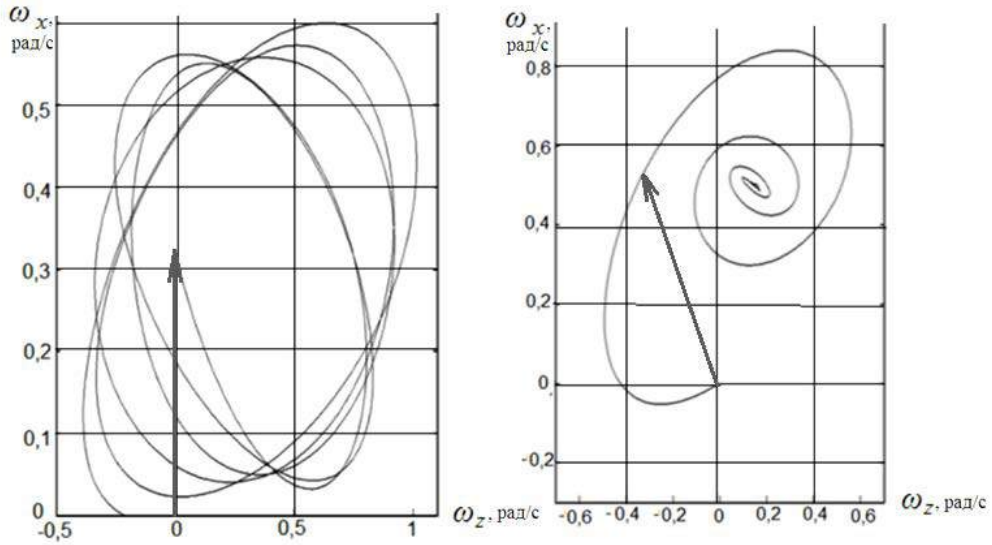


Рис. 4. Залежність кутової швидкості руху маніпулятора від часу роботи
а – на межі стійкості;
б – при стійкому русі.

В роботі маніпулятора при сполученні конструктивних параметрів регуляторів f_0=1,5·10^{-6} м^2, f_e=1,0·10^{-6} м^2, k_z=1,5·10^{-3} м, f_b=1,0·10^{-6} м^2, k_b=8,0·10^{-3} м, n_b=0,25 з мають місце незатухаючі автоколивання із діапазонами кутової швидкості обертання $\omega_x = (-0{,}05 \ldots + 6{,}0)$ рад/с та кутової швидкості $\omega_z = (-0{,}4 \ldots + 1{,}0)$ рад/с. При одночасному запуску приводів повороту та підйому стріли та при сполученні конструктивних параметрів регуляторів f_0=3·10^{-6} м^2, f_e=2,0·10^{-6} м^2, k_z=3·10^{-3} м, f_b=1,0·10^{-6} м^2, k_b=3,0·10^{-3} м, n_b=0,15 має місце перехідний процес поданий на рис. 4 б. Перехідний процес стійкий, хоча і має коливальний характер, але за чотири коливання швидкість руху стріли встановлюється рівною $\omega_x = 0{,}5$ рад/с, швидкість руху стойки маніпулятора стабільна та має значення $\omega_z = 0{,}2$ рад/с.

Висновок

Виявлено, що при одночасній роботі двох приводів, що взаємодіють через конструкцію маніпулятора, перехідні процеси проходять при інтенсивних коливаннях, параметри яких залежать від режимів роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлов Л. Г. Зменшення втрат потужності в гідравлічних системах мобільних машин / Л. Г. Козлов // Наукові нотатки ЛНТУ. – 2011. – №4. – С. 101 – 107.

Козлов Леонід Геннадійович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, osna2030@gmail.com

Kozlov Leonid, doctor of engineering sciences, associate professor, manager of department of technologies and automation of engineer, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya, osna2030@gmail.com

УДК 656.071.8

В.В. Біліченко
Д.В. Борисюк

ЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто суть та значення технічного діагностування тракторів і автомобілів в сільському господарстві. Представлено схему впливу процесів діагностування тракторів і автомобілів на виконання сільськогосподарських робіт.

Ключові слова: діагностування тракторів, експлуатація автомобілів, поточний ремонт, методи діагностування, сільськогосподарські роботи.

Abstract

The essence and significance of technical diagnostics of tractors and cars in the agricultural sector are considered. The scheme influence the process of diagnosing tractors and cars to perform agricultural operations are presented

Keywords: diagnosing of tractors, exploitation of cars, current repair, methods of diagnostics, agricultural operations.

Вступ

Машинно-тракторний парк є важливою ланкою сільськогосподарського виробництва. Від ефективної його роботи значною мірою залежить зниження собівартості продукції, своєчасне збирання врожаю, перевезення його споживачам, заготівля кормів та інші виробничі та господарсько-побутові процеси.

Один з найважливіших напрямків підвищення продуктивності і економічності машинно-тракторних агрегатів є найбільш повне використання ресурсу (термінів безвідмовної роботи) машин при одночасному зниженні витрат коштів на їх ремонт і технічне обслуговування. Цього можна досягти шляхом розробки і впровадження ефективних методів і засобів контролю технічного стану машин, зокрема тракторів і автомобілів, без їх розбирання. За допомогою таких засобів можна визначати технічний стан агрегатів та вузлів кожної машини окремо і на основі цього встановлювати загальний обсяг профілактичних та ремонтних операцій, а також своєчасно усувати несправності і запобігати їм.

Основна частина

Широке застосування систем діагностування, що забезпечують можливості пошуку несправностей механізмів і систем без їх розбирання, перехід від не ефективного планово-попереджувального ремонту до ремонту за фактичною необхідністю, оптимальне регулювання механізмів і прогнозування їх стану є важливим напрямком підвищення ефективності використання тракторів і автомобілів та інших технічних систем [1].

В даний час розробка процесу діагностування з метою визначення та прогнозування стану технічної системи найчастіше базується на інженерній інтуїції розробників продукції або практичному досвіді фахівців, що займаються її експлуатацією. Це не завжди дозволяє отримати оптимальні результати. Науковий підхід до розробки методів та систем діагностування більш опрацьований для виробів радіоелектронної промисловості, а проблемам діагностування механічних систем приділено менше уваги [1].

При експлуатації тракторів і автомобілів однієї і тієї ж моделі навіть у порівняно однакових умовах потреба в технічному обслуговуванні і поточному ремонті буде у них неоднакова.

Технічне діагностування має великий вплив на інтенсивність використання техніки. Попередження відмов, їх оперативне усунення різко знижують простої машин з технічних причин, збільшують їх продуктивність і якість виконання сільськогосподарських операцій, що позитивно позначається на термінах виконання робіт, сприяє отриманню додаткового прибутку виробниками сільськогосподарської продукції (рис. 1).

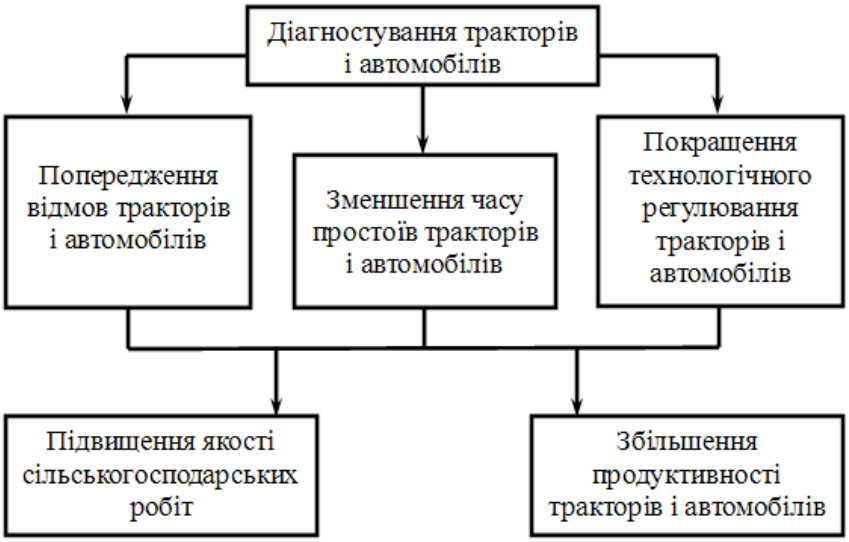


Рис. 1. Вплив процесів діагностування тракторів і автомобілів на виконання сільськогосподарських робіт

Діагностування дозволяє значно скоротити обсяг контрольних робіт і разом з тим об'єктивно і досить точно встановити дійсну потребу в профілактиці певних агрегатів (механізмів), тобто реальну необхідність у ремонті [2, 3].

Висновки

Для визначення причин несправностей без діагностування стану агрегату виконується його розбирання. Часте проведення розбирально-складальних робіт сприяє інтенсивному зносу деталей і зниженню надійності і довговічності тракторів та автомобілів. Тим самим діагностування сприяє економії запасних частин і експлуатаційних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малкин В. С. Техническая диагностика / В. С. Малкин. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 272 с.

2. Ананьин А. Д. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А. Д. Ананьин, В. М. Михлин, И. И. Габитов и др. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 432 с.

3. Маслов Г. Г. Техническая эксплуатация МТП. / Маслов Г. Г., Карабаницкий А. П., Кочкин Е. А. — Краснодар.: Кубанский государственный аграрный университет, 2008. — 142 с.

Біліченко Віктор Вікторович — доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, тел. +380674301540, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3224.

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@mail.ru, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Bichenko Victor V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, tel. +380674301540, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3224.

Borysyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@mail.ru, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

УДК 623.4

В.В. Біліченко
Д.В. Борисюк

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА МОДИФІКАЦІЯ ВАЖКОГО ТАНКА «ОБ'ЄКТ-279»

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Представлено огляд конструкції та озброєння важкого радянського танка «Об'єкт-279». Описано його переваги та недоліки. Запропоновано ряд модифікацій для введення даного танка в серійне виробництво.
Ключові слова: танк, ремонт, технічне обслуговування, озброєння танка, гармата, кулемет, ходова частина танка, трансмісія танка, активний захист танка, динамічний захист танка.

Abstract
Review of design and weapons of heavy Soviet tank «Object-279» are presented. Describe its advantages and disadvantages. A number of modifications to the introduction of the tank in serial production is proposed.
Keywords: tank, repair, maintenance, armament of the tank, cannon, machine gun, running gear of tank, transmission of tank, an active protection system, reactive armour.

Вступ

Термін «танк» в словнику С.І. Ожегова пояснюється як «броньована самохідна бойова машина з потужним озброєнням на гусеничному ходу» [1]. Але таке визначення не є догмою, в світі немає уніфікованого стандарту танка. Кожна країна виробник створює, і створювала танки з урахуванням власних потреб, особливостей передбачуваної війни, манери майбутніх боїв і власних виробничих можливостей. СРСР в цьому плані не став винятком.

Основна частина

1. Огляд конструкції танка «Об'єкт-279».

«Об'єкт-279» став одним з найбільш незвичайних радянських танків. «Об'єкт-279» — важкий танк (рис. 1), розроблений в 1957 році в Ленінграді конструкторським бюро на чолі з Ж.Я. Котіним під кодовим номером «279». Провідним конструктором проекту був Л.С. Троянов. Танк призначався для прориву оборони супротивника в умовах ядерної війни і дій на важкопрохідних для звичайних танків ділянках місцевості [2, 3].

Рис. 1. Радянський важкий танк «Об'єкт-279» [2]

Танк був спроектований за класичною схемою загального компонування. Оригінальні конструктивні рішення дозволили отримати найменший забронений об’єм (11,47 м³) серед всіх

важких танків. Його корпус мав литу криволінійну форму з тонколистовими противокумулятивними екранами.

Конструкція танка була зварена з чотирьох великих литих броньованих елементів криволінійної форми. Товщина лобової броні корпусу становила 269 мм. Верхня лобова частина з максимальною товщиною 192 мм була нахилена під кутом 60° від вертикалі, а бортові частини товщиною 182 мм — під кутом 45°. Максимальна товщина литої башти сферичної форми по всьому її периметру становила 305 мм при куті нахилу 30°. Зовні корпус танка і борта башти мали незнімні тонколистові протикумулятивні екрани, які доповнюють їх обводи до витягнутого еліпсоїда. Прийнята схема бронювання забезпечувала надійний захист лобової частини танка і його бортів від 122-мм бронебійного і 90-мм кумулятивного снарядів на всіх дальностях стрільби [2, 3].

Озброєння складалося з нарізної 130-мм гармати М-65 і спареного з нею 14,5-мм кулемета КПВТ (Великокаліберний кулемет Владімірова танковий) [2, 3].

У бойовому відділенні були розміщені двоплощинний стабілізатор «Гроза», оптичний приціл-далекомір ТПД-2С, нічний приціл ТПН і механізована укладка снарядів і зарядів з електромеханічним досилачем. Боєкомплект гармати складався з 24 пострілів роздільно-гільзового заряджання.

У танку встановлювався 16-циліндровий Н-подібний чотиритактний дизельний двигун 2ДГ-8М (1000 к.с. при 2400 об/хв) з горизонтальним розташуванням циліндрів і ежекційною системою охолодження [4].

Однопоточна гідромеханічна трансмісія танка включала двореакторну комплексну гідропередачу, планетарну коробку передач з трьома ступенями свободи і двоступеневі планетарні механізми повороту. Для зміни швидкості руху танка використовувалися три передачі переднього ходу, при цьому перемикання двох вищих передач було автоматичне.

У ходовій частині застосовувалася регульована гідропневматична підвіска, яка дозволяє регулювати кліренс від 0 до 687 мм і стрічковий чотиригусеничний рушій. До складу рушія входили 4 гусеничні стрічки з закритим металевим шарніром, 4 ведучі колеса, 4 напрямні колеса, 24 опорні котки малого діаметра і 12 підтримуючих котків.

Ходова частина була змонтована на двох поздовжніх пустотілих балках, які виконували роль паливних баків. Конструкція гусеничного рушія забезпечувала високу прохідність по глибокому снігу і заболоченій місцевості. Вона виключала посадку танка на днище при подоланні вертикальних перешкод. Середній тиск на ґрунт становив всього 0,6 кгс/см², тобто наближався до аналогічного параметру легкого танка. Це був унікальний зразок важкого танка підвищеної прохідності [4, 5].

Танк по шосе розвивав швидкість до 50-55 км/год, а запас ходу становив 250-300 км.

Однак конструкція ходової частини була складною в експлуатації та ремонті в польових умовах, обмежувала можливість зменшення висоти танка при подальшій модернізації і мала великі втрати потужності в гусеничному рушії, особливо при русі по бездоріжжю. Ще одним серйозним недоліком чотиригусеничної ходової частини був опір повороту, який в 12 разів перевершував величину опору повороту для аналогічного танка, виконаного за класичною схемою.

Танк оснащувався системами захисту від радіаційної, хімічної та біологічної зброї, протипожежного обладнання, термо-димового обладнання, устаткуванням для підводного керування танком і системою обігріву бойового відділення. Екіпаж складався з чотирьох чоловік. Вага танка – 60 т.

2. Підсумки проекту.

У 1959 році були проведені випробування танка. Об'єкт проявив себе не кращим чином. Були виявлені недоліки в ходовій частини. Машина виявилася неповороткою, її швидкість падала на в’язких ґрунтах. Ремонтувати та обслуговувати таку техніку було дуже складно. Стало зрозуміло, що «Об'єкт-279» не вийде в серію, він був найдорожчим і занадто вузькоспеціалізованим проектом. Його місце повинен був зайняти «Об'єкт-277» або «Об'єкт-770».

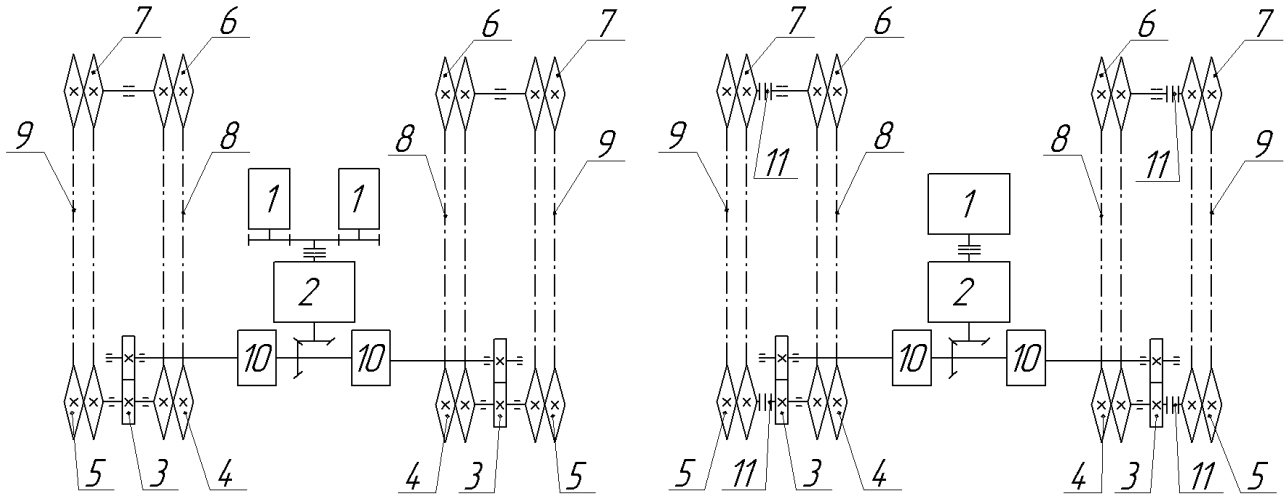
Наприкінці 1959 року було побудовано дослідний зразок, складальні роботи ще двох танків не були завершені.

Кінець розвитку важких танків поклав Н.С. Хрущов, коли після демонстрації військової техніки в 1960 р. заборонив прийом на озброєння танків важче 37 т. Проте, завдяки цьому, аж до появи Т-80У, експериментальний танк «Об'єкт-279» був найпотужнішим в світі [6, 7].

Єдиний екземпляр унікального танка «Об'єкт-279» сьогодні знаходиться в Бронетанкову музеї, в 50 км від Москви.

3. Запропоновані модифікації.

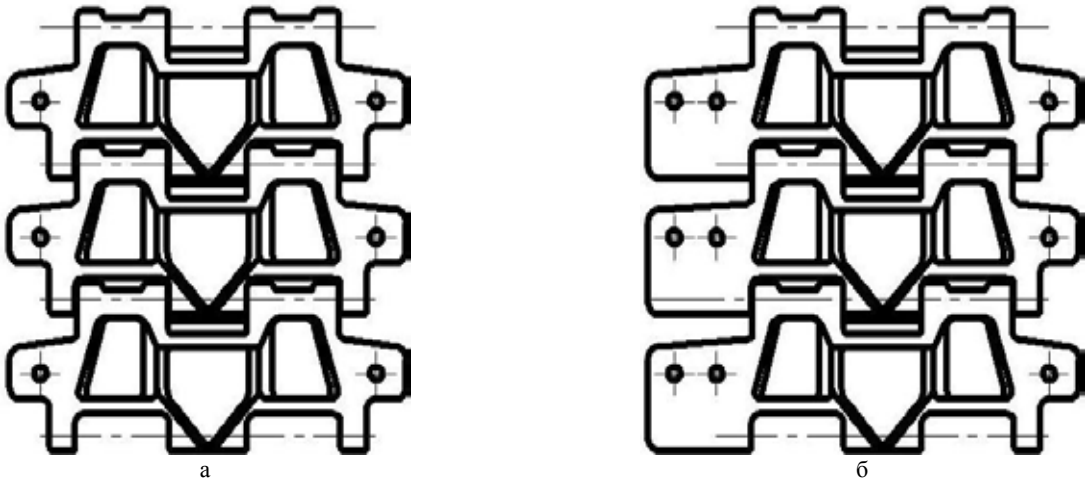
Для зменшення опору повороту танка та підвищення його маневреності пропонується не передавати крутний момент до зовнішніх гусеничних ланцюгів. Цього можна досягти шляхом встановлення фрикційних муфт між внутрішніми і зовнішніми зірочками (рис. 2).



а б

Рис. 2. Кінематична схема трансмісії танка «Об'єкт-279»:
а – базовий варіант; б – модифікований варіант.
1 – двигун; 2 – коробка передач; 3 – кінцева передача; 4 – внутрішня ведуча зірочка; 5 – зовнішня ведуча зірочка;
6 –внутрішня ведена зірочка; 7 – зовнішня ведена зірочка; 8 – внутрішній ланцюг;
9 – зовнішній ланцюг; 10 – планетарний механізм повороту; 11 – фрикційна муфта

Для того щоб забезпечити можливість роботи танка на слабонесучих грунтах необхідно установити гусеничні ланцюги, що складаються з широких ланок. З цією метою пропонується конструкція ланки гусениці на основі базового варіанту (рис. 3, а) ланки з бічними розширювачами (рис. 3, б). Гусениця з розширювачами повинна зменшити середній тиск на грунт.



а б

Рис. 3. Ланка гусеничного рушія експериментального танка «Об'єкт-279»:
а – базовий варіант; б – модифікований варіант.

Наступним кроком модифікації пропонується:

- замінити дизельний двигун 2ДГ-8М на дизельний двигун А-85-3 (12Н360) — чотиритактний, Х-подібний, 12-циліндровий, з газотурбінним наддувом, рідинним охолодженням з проміжним охолодженням повітря, об'ємом 35 л і потужність — 1650 к.с. (при форсуванні до 2200 к.с.) [8];
- замінити оптичний приціл-далекомір ТПД-2С на оптичний приціл-далекомір ТПД-К1 [9];
- замінити 3-и ступеневу коробку передач на 16-и ступеневу коробку передач (як в Т-14 «Армата»);

- замінити гармату М-65 на 152-мм гармату 2А83;
- встановити на башті танка ПКТМ (Кулемет Калашникова танковий модернізований) дистанційного керування для ведення кругового обстрілу [10];
- встановити бронекапсулу для екіпажу, що гарантує його виживання при детонації боєкомплекту (як в Т-14 «Армата») [12];
- встановити комплекс активного захисту «Афганіт», розроблений для захисту від протитанкових ракетних комплексів [11];
- встановити інфрачервоний комплекс виявлення цілей;
- встановити активну підвіску зі спеціальними датчиками, що визначають нерівності ґрунту і зміщують котки в вертикальному напрямку для підвищення швидкості танка по пересіченій місцевості, а також для підвищення влучності стрільби на ходу (як в Т-14 «Армата») [12];
- встановити електромагнітні засоби захисту, які здатні виводити з ладу електроніку підлітаючих ракет за допомогою високочастотного електромагнітного імпульсу (як в Т-14 «Армата»);
- встановити систему керування вогнем «Калина» (як в Т-90МС «ТАГИЛ») [13];
- встановити систему 902Б «Хмара» - уніфікована система запуску димових гранат;
- встановити систему кондиціонування СКС-3;
- в якості нічного прицілу встановити тепловізор «Есса» з матрицею «Catherine FC»;
- встановити бортові захисні екрани для захисту ходової частини, які переводяться з горизонтального положення в вертикальне за допомогою гідроциліндрів та динамічний захист «Малахіт» [14].

Втіливши вище вказані модифікації в важкий танк «Об'єкт-279», дозволить поставити його в серійне виробництво і підвищити обороноздатність країни.

Висновки

Танкові війська є і залишаються основною ударною силою в наземних операціях. Унікальне поєднання маневреності, захисту та вогневої потужності дозволяє їм вирішувати широкий спектр завдань. Все це означає, що танкові війська в майбутньому будуть активно удосконалюватися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – 5-е изд. – М. : Азбуковник, 1999. — 944 с.
2. Карпенко А. В. Обозрение отечественной бронетанковой техники (1905-1995 гг.) / А. В. Карпенко. – СПб : Невский бастион, 1996. — 480 с.
3. Павлов М. В. Отечественные бронированные машины 1945–1965 гг. / М. В. Павлов, И. В. Павлов. – М. : Техинформ, 2009. — 250 с.
4. «Об'єкт-279» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/ wiki/ %D0%9E%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82_279
5. Опытный тяжелый танк (объект 279 - специального назначения) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://btt9.narod.ru/1946/18.htm
6. Единственный в своем роде и уникальный танк. Объект 279. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://xponolog.blogspot.com/2013/01/279.html
7. «Объект-279» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://forum.worldoftanks.ru /index.php?/topic/9433%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BA%D1%82-279/
8. Двигатель ближайшего будущего [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https: //topwar.ru/7491-dvigatel-blizhayshego-buduschego.html
9. ТПД-К1 (1А40) - танковый прицел-дальномер [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://russianarms.ru/forum/index.php?topic=6500.0
10. ПКТМ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://warbook.info/item/ pulemet-pktm
11. Афганіт [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/ %D0%90%D1%84%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%82
12. Т-14 «Армата» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https:// uk.wikipedia.org/ wiki/%D0%A2-14
13. Танк Т-90МС «ТАГИЛ»: Система керування вогнем [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://bodyguards.com.ua/watchman/2529-tank-t-90ms-tagl-sistema-upravlnnya-vognem.html

14. Малахит (динамическая защита) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%82_(%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0)

Біліченко Віктор Вікторович — доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, тел. +380674301540, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3224.

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@mail.ru, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Bichenko Victor V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, tel. +380674301540, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3224.

Borysyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@mail.ru, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

УДК 656.084

А. А. Кашканов

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ УЧАСНИКІВ ДТП

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано математичні методи, які використовуються при автотехнічній експертизі дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Запропоновані шляхи подолання труднощів, що виникають при моделюванні параметрів руху учасників ДТП традиційними методами.

Ключові слова: автомобілі, математичні методи, моделювання, автотехнічна експертиза, дорожньо-транспортні пригоди.

Abstract

Analyzed the mathematical methods used in the examination autotechnical traffic accidents. The ways of overcoming difficulties that arise when modeling pas rametriv traffic accident participants traditional methods.

Keywords: cars, mathematical methods, modeling, expertise autotechnical, traffic accidents.

Вступ

Методики аналізу і реконструкції обставин ДТП, які використовуються в світовій практиці, засновані на математичних моделях, що описують два основних процеси, які відбуваються в ДТП з автомобілями, – процес руху і процес удару. Обидва процеси описують моделями, побудованими на науковій основі, з використанням відомих законів механіки та базованих на тих чи інших експериментальних даних [1-5].

ДТП можна охарактеризувати як «розлагодження» взаємодії системи водій – автомобіль – дорога. Як правило, пригоди розвиваються за декілька секунд, а інколи за долі секунди. Як відомо, кожна ДТП має свої певні особливості, при чому в більшості пригод одночасно діють декілька видів причинно-наслідкових зв'язків. Це ускладнює експертизу ДТП і зумовлює те, що об'єктивність розслідування залежить від правильності вибору початкових даних та методики інженерного розрахунку.

Метою роботи є виявлення перспективних шляхів розв'язання проблем, пов'язаних з отриманням об'єктивної доказової інформації при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод.

Результати дослідження

Із множини питань, розв'язання яких дозволяє успішно завершити розслідування ДТП, можна виділити три основних, обов'язкових для кожного конкретного випадку:

1. Як у відповідності з Правилами дорожнього руху України повинні були діяти учасники ДТП в досліджуваних обставинах?
2. Чи мали водії транспортних засобів в даних обставинах ДТП можливість уникнути чи попередити наїзд, зіткнення?
3. Чи відповідали дії учасників ДТП (водіїв, пішоходів) в досліджуваних обставинах вимогам Правил дорожнього руху України?

Експертному рішенню цих питань повинно передувати створення математичної моделі ДТП. Така модель дає експерту можливість проаналізувати усі задані варіанти механізму ДТП, окремі його позиції і сформулювати обґрунтовані висновки з поставлених питань.

Математична модель ДТП – це система рівнянь, які описують за поданою інформацією характер руху транспортних засобів (ТЗ) та інших учасників дорожнього руху, їх просторове положення на дорозі в місці пригоди відносно місця наїзду, зіткнення в задані чи інші моменти часу, а також раптову зупинку транспортного засобу з моменту виникнення небезпечної ситуації.

В якості класичного прикладу можна навести математичну модель наїзду транспортного засобу на пішохода, що перетинає проїзну частину справа наліво чи зліва направо по ходу руху ТЗ. В загальному випадку вона буде мати такий вигляд:

$$S_n = \frac{V_n}{3,6} \cdot t;\ \ S'_n = \frac{V_n}{3,6} \cdot T_a;$$

$$t_n = \frac{S_n}{V_n} \cdot 3,6;\quad t'_T = \frac{V_a}{3,6 \cdot j} - \sqrt{\frac{2 \cdot S''_T}{j}};$$

$$S_a = \left(t_n - t'_T\right) \cdot \frac{V_a}{3,6} + S'_T, \text{ якщо } t_n > t'_T;$$

$$T_a = \frac{S_a - S'_T}{V_a} \cdot 3,6 + t'_T;$$

$$S_0 = \left(t_1 + t_2 + 0,5t_3\right) \cdot \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26j}.$$

Судячи зі спеціальних публікацій з теорії та розрахунку автомобіля [6-8], які є теоретичною основою для проведення автотехнічної експертизи, та з експертизи ДТП [1-5], найбільше розповсюдження отримали: імовірнісно-статистичний підхід, регресійний аналіз, метод фазового інтервалу, логічний висновок, теорія нечітких множин та енергетичні методи реконструкції ДТП. Обмеження використання вищезгаданих методів зведені в табл. 1 (А – ймовірнісно-статистичний метод; Б – регресійний аналіз; В – метод фазового інтервалу; Г – логічне програмування; Д – теорія нечітких множин; Е – Енергетичні методи реконструкції ДТП; + (–) – наявність (відсутність) труднощів).

З табл. 1 видно, що розглянуті методи, на відміну від теорії нечітких множин, не пристосовані до роботи з якісними (нечисловими) та нечіткими знаннями, тобто знаннями, які задаються на природній мові. Проте, саме такі евристичні або інтуїтивні знання часто використовуються при розслідуванні ДТП. Іншими словами, при вирішенні задач автотехнічної експертизи ДТП прийняття рішень відбувається в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності, тому для підвищення ефективності розслідування та проведення автотехнічних експертиз ДТП за декількома критеріями будемо використовувати теорію нечітких множин [9].

Таблиця 1 – Труднощі застосування математичних методів в практиці розслідування ДТП

Труднощі	Методи					
	А	Б	В	Г	Д	Е
– збору та обробки статистичної інформації	+	+	–	–	–	+
– поповнення бази знань	+	+	–	–	–	+
– забезпечення стійкості моделі до факторів впливу	+	+	–	–	–	+
– врахування якісних параметрів	+	+	+	+	–	+
– роботи з нечіткими знаннями	+	+	+	+	–	+

Постановка задачі підвищення ефективності автотехнічної експертизи виглядає таким чином. Нехай задана множина можливих варіантів проведення конкретної автотехнічної експертизи X: $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_i, \ldots x_n\}$.

Кожний варіант характеризується множиною параметрів оцінювання якості Y: $Y = \{y_1, y_2, \ldots, y_j, \ldots y_m\}$.

Між кожним членом множини X і кожним членом множини Y має місце нечітке відношення, позначене через xy або μ_{ij}. Іншими словами, μ_{ij} відображає рівень відповідності i-го варіанта експертизи вимогам за j-м параметром ($\mu_{ij} \in [0,1]; i = 1,\ldots,n; j = 1,\ldots m$). Якщо узяти разом всі нечіткі відношення x_i та y_j, то отримаємо матрицю нечітких відношень R розміром nm: $R = \{\mu_{ij} \mid i = 1,\ldots,n; j = 1,\ldots,m\}$.

Необхідно обрати кращий варіант $x*$ із множини X.

Задачу підвищення ефективності автотехнічної експертизи можна записати так:

$$x^* = opt(X, Y, R, M),$$

де M – використовувана модель рішення задачі, обрана особою, що приймає рішення. В залежності від використовуваної моделі результати рішення поставленої задачі можуть бути різними при одних і тих же вихідних даних.

Якість процесу розробки рішень залежить від повноти врахування всіх факторів, що впливають на наслідки прийнятих рішень. Невизначеність можна усунути повністю чи частково двома шляхами: поглибленим вивченням наявної інформації або набуттям інформації, якої не вистачає.

Висновки

При відсутності можливості використання традиційних математичних методів, які базуються на виявленні точних кількісних взаємозв'язків, вихід із важкої ситуації вбачається в застосуванні логічних методів. З іншого боку слід добавити, що більшість оцінюваних (вимірюваних) параметрів носять неперервний характер. Об'єкти, що характеризуються такими параметрами, природно вивчати засобами неперервних (неперервнозначних) логік. В цьому випадку об'єкт вивчення і формальний апарат найбільш адекватні один одному. Таким чином, для моделювання і діагностики робочих процесів автомобілів в умовах невизначеності доцільно застосовувати наближені методи моделювання, які засновані на нечітких (неперервних) логіках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.

2. Экспертиза ДТП: методы и технологии / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – С.-Петербург: СПбГАСУ, 2012. – 310 с.

3. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 148 с.

4. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 200 с..

5. Волков В. П. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях: монография / В. П. Волков, В. Н. Торлин, В. М. Мищенко, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, В. П. Кужель, В. А. Ксенофонтова, А. А. Ветрогон, Н. В. Скляров. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 476 с.

6. Литвинов А. С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М. : Машиностроение, 1989. – 237 с.

7. Волков В.П. Теорія руху автомобіля : підручник / В.П. Волков, Г.Б. Вільський. – Суми : Університетська книга, 2010. – 320 с.

8. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ / А.П. Солтус. – К.: Арістей, 2010. – 155 с.

9. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.

Кашканов Андрей Альбертович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Kashkanov Andriy A, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

УДК 656.084

А. А. Кашканов
Ю. О. Воложинський
Я. В. Назарук

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Досліджено перспективи мінімізації невизначеності в експертних висновках під час розв'язування типових задач автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод при гальмуванні.
Ключові слова: гальмівний шлях, гальмування, тертя, енергія, антиблокувальна система, експертиза дорожньо-транспортних пригод.

Abstract
Prospects minimize uncertainty in expert conclusions when solving typical problems autotechnical examination of traffic accidents during braking.
Keywords: stopping distance, braking, friction, energy, anti-lock system, examination of traffic accidents.

Вступ

Суттєве збільшення автотранспортного парку України привело до значного посилення інтенсивності руху на автошляхах держави та збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Це поставило перед Україною цілий комплекс нових завдань, спрямованих на підвищення безпеки руху.

Екстрені гальмування складають всього декілька відсотків від всіх гальмувань, проте саме вони визначають безпеку руху та вимоги до гальмівної ефективності [1-7]. При цьому одним з оцінних показників гальмівних властивостей є гальмівний шлях автомобіля. Якби у всіх автомобілів вдалося скоротити гальмівний шлях на 20 %, то число загиблих і важко поранених в автомобільних аваріях зменшилася б на 15 % [3].

Метою роботи є дослідження шляхів мінімізації невизначеності в експертних висновках під час розв'язування типових задач автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод при гальмуванні.

Результати дослідження

Гальмівний шлях транспортного засобу залежить як від початкової швидкості гальмування і дорожніх умов, так і від тривалості динамічної стадії процесу (часу, що пройшов з моменту дотикання до педалі гальм, до моменту досягнення сповільненням чи гальмівною силою максимальних значень). Для визначення величини гальмівного шляху на прямолінійній ділянці дороги використовуються залежності, запропоновані Я. Табореком, Норманом, В. Г. Розановим, О. Боде, Д. П. Великановим, М. Д. Артамоновим, І. Л. Крузе [1].

Формула, яка рекомендується в ДСТУ 3649:2010 для розрахунку гальмівного шляху [2]

$$S_g = \frac{a}{3,6}\left(\tau_c + 0,5\tau_n\right) + \frac{v^2}{26 j_{ust}}, \qquad (1)$$

де v_a – початкова швидкість гальмування; τ_c – час спрацьовування приводу гальм; τ_n – час наростання сповільнення; j_{ust} – усталене (максимальне) в процесі гальмування сповільнення.

Існуючі методи розрахунку гальмівного шляху базуються на припущенні, що при екстреному гальмуванні реалізується усталене сповільнення, яке рівне добутку прискорення сили тяжіння на кое-

фіцієнт зчеплення, що відповідає 100% ковзанню шини по дорожній поверхні. Таке представлення виключає можливість розрахунку гальмівного шляху при гальмуванні без блокування коліс.

В роботах [6, 9] запропонована математична модель розрахунку гальмівного шляху автомобіля при екстреному гальмуванні без блокування коліс (з антиблокувальною системою), отримана із енергетичного балансу автомобіля при гальмуванні

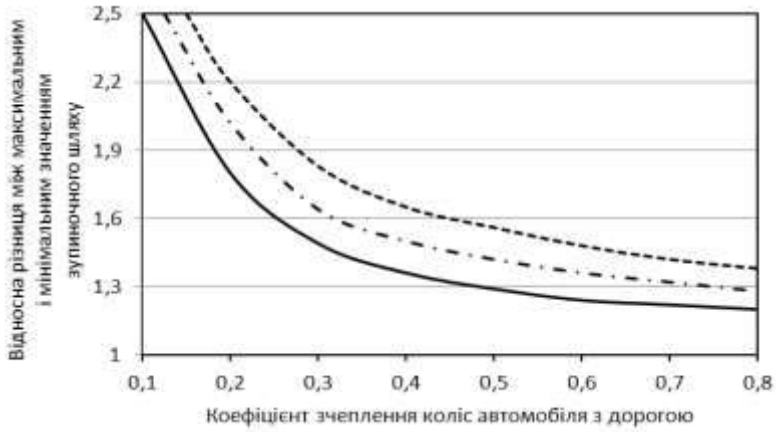
$$S_g = v_a \cdot (\tau_c + 0{,}5\ _n) + \frac{\delta \cdot G_a \cdot (v_a - 0{,}5\tau_n \cdot j_{ust})^2}{g\left(\sum_{i=1}^{n} \frac{M_{gi} \cdot (1 - \ _i)}{r_d} + \ _{i=}^{n} G_{ki} \cdot f_i \cdot (1 - s_i) + \frac{1}{3} k_n \cdot F \cdot v_{w0}^2 + \ldots \right.} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{}{\left. \ldots + \frac{M_r}{r_d} \cdot (1 - s_{sr}) + \sum_{i=1}^{n} R_{zi} \cdot \phi_{xi} \cdot s_i \pm G_a \cdot i \right)} \qquad (2)$$

де M_{gi} – гальмівний момент на i-му колесі автомобіля; s_i – повздовжнє проковзування на i-му колесі автомобіля; G_{ki} – нормальне навантаження на i-те колесо; f_i – коефіцієнт опору кочення для i-го колеса автомобіля; M_r – середній момент сил опору в трансмісії; s_{sr} – середнє арифметичне значення повздовжніх проковзувань ведучих коліс автомобіля; R_{zi} – нормальна реакція на i-те колесо автомобіля; ϕ_{xi} – коефіцієнт повздовжнього зчеплення i-го колеса автомобіля; k_n – коефіцієнт опору повітря; F – площа міделя або лобова площа, яка рівна площі проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його повздовжній осі; v_{w0} – відносна швидкість повітря в момент натискання на педаль гальм; r_d – динамічний радіус колеса; G_a – вага автомобіля; δ – коефіцієнт врахування обертових мас; i – поздовжній ухил дороги.

Для проведення автотехнічної експертизи експерту достатньо розрахувати ті чи інші параметри за відомими з теорії експлуатаційних властивостей автомобіля формулами. Проте отримати надійні і достовірні результати розрахунків можливо лише за умови підстановки в формули достовірних чисельних значень відповідних вихідних даних – результатів вимірювань, параметрів та коефіцієнтів. Це має принципове значення, оскільки лише за умови достовірності вихідних даних можна говорити про обґрунтованість, об'єктивність, достовірність висновків експерта та можливість їхнього використання в якості доказів [1, 2, 4, 10].

Розрахункові дані з визначення параметрів залежності точності визначення зупиночного шляху від швидкості руху та коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорогою подані на рисунку 1.



——— – для початкової швидкості руху 10 м/с (36 км/год);
— · — · – для початкової швидкості руху 16,8 м/с (60 км/год);
— — — - – для початкової швидкості руху 25 м/с (90 км/год)

Рисунок 1 – Зміна похибки розрахунку зупиночного шляху транспортних засобів

Отримані дані свідчать, що при визначенні зупиночного шляху існуючими методами різниця між максимальним та мінімальним значеннями не може бути меншою 20%, а максимальна різниця – при моделюванні зупиночного шляху при гальмуванні на льоду – 250%. Приймаючи дану залежність як еталонну можна виявити потенційні можливості підвищення точності розрахунків при уточненні як самої класичної залежності, так і вихідних даних.

Висновки

Під час обчислення параметрів руху автомобіля, що є учасником ДТП, важливо правильно визначити коефіцієнт зчеплення шин з дорогою, оскільки він має сильну залежність від багатьох факторів і умов та володіє найбільшою невизначеністю серед інших використовуваних при експертизі ДТП факторів і параметрів. В процесі гальмування автомобіля приймають участь та взаємодіють як мінімум два об'єкта: дорога та автомобіль. Від властивостей кожного з них залежить ефективність гальмування. З одного боку, коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям залежить від якості та стану шин автомобіля (тип протектора та ступінь його зносу, тиск повітря в шинах, швидкість і завантаженість автомобіля), з іншого боку, цей коефіцієнт змінюється в залежності від виду дорожнього покриття, структури та температури його поверхні, наявності вологи, забруднень на поверхні покриття.

Відома методика [1, 4] в багатьох випадках дозволяє оцінити лише діапазон можливих значень коефіцієнта зчеплення, що ускладнює об'єктивність прийняття рішення при аналізі причин ДТП. Запропонований підхід в [2, 6, 7], на відміну від відомої методики, дозволяє врахувати як стохастичну, так і нечітку невизначеність і звузити діапазон можливих оцінок, що підвищує об'єктивність прийняття рішень та дозволяє рекомендувати його як альтернативу існуючій методиці для застосування в практиці автодорожньої експертизи.

Рекомендації в експертній практиці з обрання табличних даних величини усталеного уповільнення, одержані при випробуваннях застарілих конструкцій легкових автомобілів радянського виробництва, нині потребують методичного вдосконалення з урахуванням сучасних конструкцій гальмівних систем автомобілів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.

2. Волков В.П. Совершенствование методов автотехнической експертизы при дорожно-транспортных происшествиях: Монография / В.П. Волков, В.Н. Торлин, В.М. Мищенко, А.А. Кашканов, В.А. Кашканов, В.П. Кужель, В.А. Ксенофонтова, А.А. Ветрогон, Н.В. Скляров. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 476 с.

3. Автомобильный справочник Bosch. Перевод с англ. Первое русское издание. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с.

4. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.

5. Подригало М.А. Маневренность и тормозные свойства колесных машин. / М.А. Подригало, В.П. Волков, В.И. Кирчатый, А.А. Бобошко. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 403с.

6. Кашканов В. А. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП : монографія / В. А. Кашканов, В. М. Ребедайло, А. А. Кашканов, В.П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 129 с.

7. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло, В. А. Кашканов. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 146 с.

8. Кашканов А.А., Кужель В.П., Грисюк О.Г. Комплексна програма оцінювання експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів при експертизі ДТП // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь. – 2011. – Вип.121/2011.

9. Кашканов А.А., Кашканов В.А., Грисюк О.Г. Математична модель гальмівного шляху автомобіля при екстреному гальмуванні з АБС // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк. – 2012, випуск №36.

10.Кашканов А.А., Гуцалюк О.В. Вплив невизначеності даних на результати оцінювання гальмових властивостей автомобілів при експертизі ДТП // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк. – 2012, випуск №37.

11. Кашканов А.А. Застосування нечіткої логіки в автомобільній автоматиці // Автомобільний транспорт: зб. наук. пр. – Харків. – 2003, №13.

Кашканов Андрей Альбертович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Воложинський Юрій Олександрович — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Назарук Ярослав Володимирович — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kashkanov Andriy A., Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Volozhynskiy Yuri O. — student group 1AT-16m, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Nazaruk Yaroslav V. — student group 1AT-16m, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 656.078

Є.В. Смирнов

АЛГОРИТМ ПЕРЕВІРКИ РЕАЛІЗОВНОСТІ ВАРІАНТІВ ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянута проблема оцінювання реалізовності та формування плану реалізації варіантів та портфелів технічного розвитку автотранспортних підприємств. Удосконалено алгоритм оцінювання реалізовності варіантів (портфелів) технічного розвитку автотранспортних підприємств.

Ключові слова: *автотранспортне підприємство, технічний розвиток, виробничо-технічна база, рухомий склад, реалізовність.*

Abstract

The paper considers the problem of assessing the feasibility and the formation of an implementation plan for variants and portfolios technical development of motor transport companies. Improved algorithm for estimating the feasibility of variants (portfolios) technical development of motor transport enterprises.

Keywords: *motor transport company, technical development, production and technical base, rolling stock, feasibility.*

На сьогоднішній день багато автотранспортних підприємств (АТП) перебуває у скрутній ситуації. В результаті перехідних процесів в економіці 1990-2000-х років та світової економічної кризи відбувся значний спад виробництва промислових підприємств багатьох галузей народного господарства. Відповідно до цього значно скоротився попит на перевезення, внаслідок чого значна частина пропозиції великої кількості АТП стала незатребуваною. Проте поступовий розвиток в багатьох галузях народного господарства вимагає збільшення обсягів перевезень, а отже і розвиток автомобільного транспорту. Однак, внаслідок значного фізичного зносу та морального старіння основних виробничих фондів АТП, а перш за все рухомого складу, вони не в змозі витримувати конкуренцію на ринку транспортних послуг. Одним із основних шляхів вирішення даного комплексу проблем є технічний розвиток АТП, який передбачає комплексне оновлення АТП з урахуванням взаємозв'язків між оновленням рухомого складу та оновленням виробничо-технічної бази (ВТБ) підприємства.

Одним із етапів розробки та прийняття управлінського рішення щодо реалізації технічного розвитку є визначення реалізовності варіантів технічного розвитку. Реалізовність варіантів визначається на основі відповідності обмеженням на обсяги початкових інвестицій та ресурсів для кожного часового кроку. Крім того, при наявності можливості реалізації декількох варіантів (за різними стратегіями), доцільно розглянути створення з цих варіантів портфеля технічного розвитку.

Існуючі розробки, присвячених проблемі оцінювання реалізовності варіантів технічного розвитку та формуванню плану їх реалізації виконані для промислових підприємств та не враховують специфіки автомобільного транспорту як галузі, або не враховують питання взаємозв'язків між оновленням рухомого складу та оновленнями ВТБ, що вимагає їх доопрацювання [1, 2].

В роботі розроблено алгоритм формування плану реалізації та оцінювання реалізовності варіантів технічного розвитку АТП, показаний на рис. 1. Результатом оцінювання реалізовності є структурована система показників та проектної документації, на основі яких можливий вибір оптимального варіанта (або портфеля) технічного розвитку АТП.

У блоці 1 відбувається формування масиву стратегій та альтернативних варіантів реалізації в межах кожної стратегії, які є ефективними. Варіантам присвоюється подвійна нумерація за *i,j* де *i* – номер стратегії технічного розвитку, а *j* – номер альтернативного варіанта за стратегією *i*.

Блок 2 визначає максимальні обсяги початкових інвестицій, як із зовнішніх так і з внутрішніх джерел, які можуть бути залучені підприємством для початку реалізації технічного розвитку. Логічний оператор 3 порівнює обсяги інвестиційних коштів із початковими інвестиціями, які

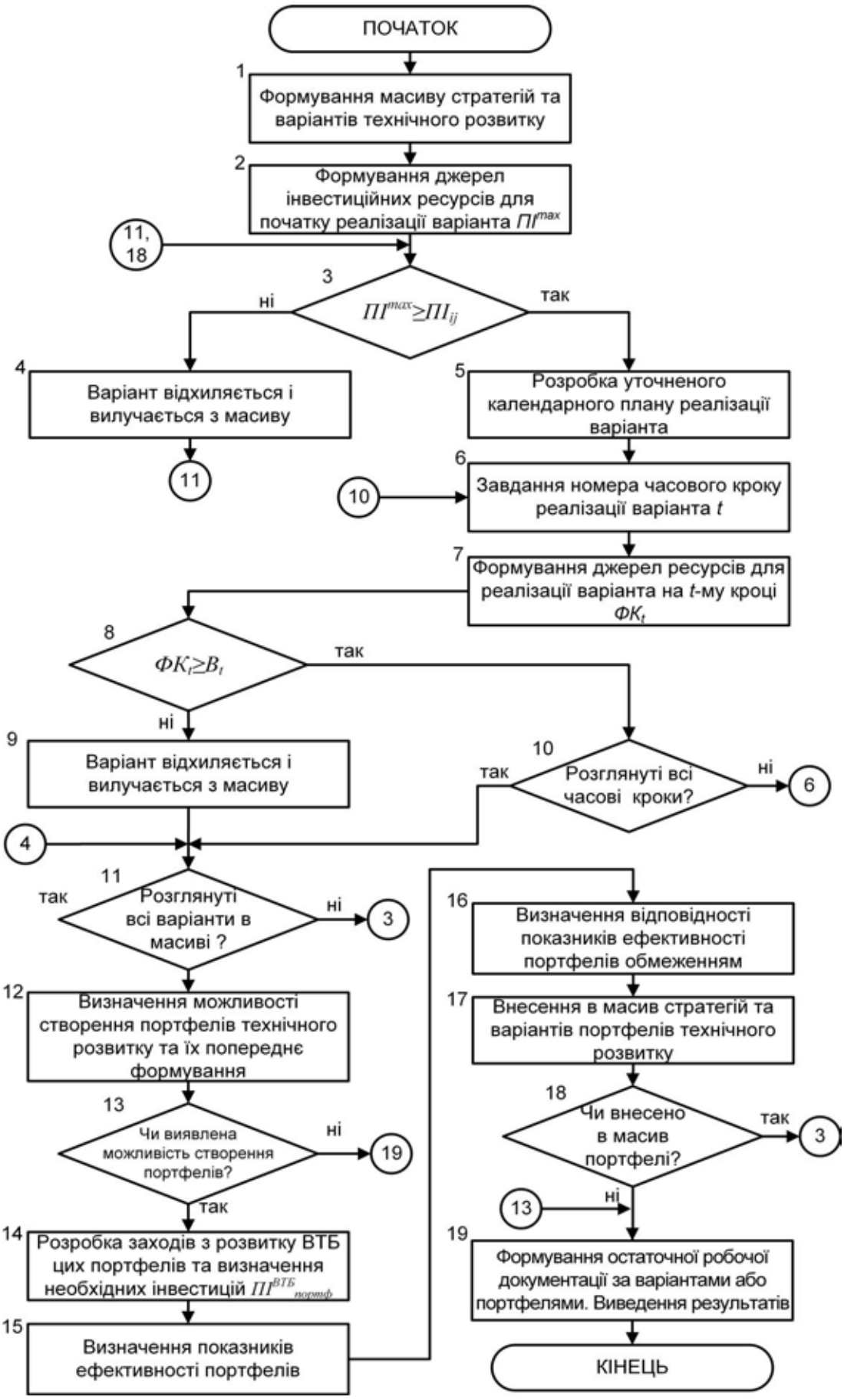


Рисунок 1 – Алгоритм формування плану та перевірки обмежень реалізації варіантів технічного розвитку

необхідні для реалізації даного варіанта технічного розвитку. Якщо обсяг інвестиційних коштів недостатній, то управління передається в блок 4, який відхиляє варіант як такий, що не може бути реалізований та виключає його з масиву варіантів. Виключення варіанта з масиву, реалізація якого є неможливою, виконується з метою унеможливлення його повторного розгляду.

Якщо ж обсяги інвестицій є достатніми, то управління передається до блока 5, де розробляється уточнений календарний план реалізації варіанта. На цій стадії уточняється план з експлуатації рухомого складу, визначаються необхідні кошти та виконавці реалізації того чи іншого заходу, визначаються проміжні критерії успіху для відповідних стадій варіанта. Також в цьому блоці доцільно розглянути можливі ризики відхилення реалізації варіанта від календарного плану та розробити заходи для запобігання їм та реагування на загрозливі події.

У блоці 6 задаються часові кроки для перевірки реалізації варіанта на основі обмежень по залученню ресурсів.

Блок 7 визначає обсяги залучення ресурсів для реалізації *t*-го кроку варіанта. Обсяги цих ресурсів визначаються за видами ресурсу і, як правило, у грошовому еквіваленті, та спрямовані на покриття експлуатаційних витрат. Зазвичай ресурси на реалізацію варіанта забезпечуються з внутрішніх джерел підприємства, однак для варіантів, які передбачають реконструкцію підприємства, враховуючи певну протяжність в часі будівельних робіт, може бути доцільним розбиття початкових інвестицій на розвиток ВТБ на частини, які відповідають календарному плану робіт. Отже для таких варіантів може бути передбачено залучення зовнішніх інвестицій на відповідних часових проміжках.

Блок 8 визначає чи достатньо величини залучених ресурсів, які визначені на попередньому етапі моделювання, для реалізації відповідного часового кроку. Якщо ці кошти є недостатніми, то блок 9, як і блок 4, відхиляє даний варіант та виключає його з масиву варіантів.

Блок 10 визначає чи розглянуті всі часові кроки даного варіанта. Якщо так, то управління передається в блок 11, якщо ні, то управління повертається на блок 6. Блок 11, у свою чергу, перевіряє умову виконання перевірки усіх варіантів, і, якщо залишились в масиві ще варіанти, то управління повертається в блок 3, інакше управління передається в блок 12.

Якщо в результаті аналізу реалізації варіантів виявляється, що інвестиційні ресурси, які може залучити підприємство, суттєво перевищують обсяги початкових інвестицій, необхідних для реалізації ряду варіантів, то у АТП з'являється можливість реалізації декількох альтернативних варіантів технічного розвитку (за різними стратегіями *i*) у вигляді портфеля. Тому в блоці 12 виконується вивчення даного питання та виконується попереднє формування потенційних портфелів технічного розвитку. Далі логічний оператор 13 переводить управління або на блок 14, якщо виявлено такі портфелі технічного розвитку, або на блок 19, якщо створення портфелів неможливе.

Однак, при розробці варіантів, всі варіанти в ньому розглядались як незалежні, а тому заходи на розвиток ВТБ в них розроблялися лише на основі існуючою ВТБ і без урахування можливої взаємодії варіантів. Це означає, що для деяких варіантів, які ми об'єднуємо в портфель, заходи на розвиток ВТБ можуть бути взаємовиключними. Наприклад, заходи з розвитку ВТБ двох таких варіантів можуть передбачати застосування одного і того ж приміщення для різних цілей. Тобто, для такого додаткового варіанта може виникнути необхідність добудови приміщення, або перебудови вільного іншого приміщення, що супроводжуватиметься збільшенням кошторису робіт, а отже і обсягу початкових інвестицій. Відповідно показники ефективності такого варіанта, а отже і портфеля, знижуються.

В іншому випадку може скластися протилежна ситуація, коли у варіантах, що формують портфель, передбачається застосування технологічно сумісного рухомого складу. В цьому випадку, завдяки застосуванню більш продуктивного технологічного обладнання, сумарні інвестиції в ВТБ можуть зменшитись, що автоматично підвищить економічні показники варіантів та портфеля в цілому.

Тому в блоці 14 виконується розробка заходів з розвитку ВТБ для запропонованих портфелів технічного розвитку та визначаються обсяги необхідних інвестицій на розвиток ВТБ. Блок 15 виконує визначення показників ефективності запропонованих портфелів.

В блоці 16 перевіряють обмеження значень показників ефективності згідно з [3, 4]. Портфелі, які не відповідають цим обмеженням вважаються не ефективними та більше не розглядаються. Попередньо сформовані портфелі технічного розвитку в блоці 17 додаються до масиву варіантів технічного розвитку.

Якщо в блоці 17 дійсно вдалося створити та ввести в масив портфелі технічного розвитку, логічний блок 18 відправляє їх на перевірку можливості реалізації. Можливість реалізації портфелів перевіряється аналогічно звичайним варіантам в блоках 3–11. Якщо ж створити ефективні портфелі не вдалося, то управління передається в блок 19.

В блоці 19 виконується остаточне формування документації для варіантів та портфелів технічного розвитку, які відповідають всім обмеженням [3, 4]. Лише тільки із цих варіантів та портфелів керівництвом підприємства буде вибрано оптимальний варіант, який і буде реалізовано.

Якщо ж були відхилені всі запропоновані варіанти, то з урахуванням даних, отриманих в результаті моделювання, необхідно розробити та повторно промоделювати нові варіанти, які потребують менших інвестицій. В найгіршому випадку, для даного підприємства потрібно шукати інші шляхи підвищення ефективності, окрім технічного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛВТЕРАТУРИ

1. Бідняк М. Н. Планування інвестицій на автомобільному транспорті України / М. Н. Бідняк, Н. М. Бондар. – К. : Б. В., 2000. – 118 с.

2. Смирнов Є. В. Формування плану реалізації проектів та портфелів для стратегій технічного розвитку виробництва автотранспортних підприємств / Є. В. Смирнов // Управління проектами, системний аналіз і логістика : науковий журнал. – Вип. 10. – К. : НТУ, 2012. – С. 241–247.

3. Біліченко В. В. Модель обґрунтування стратегій технічного розвитку виробництва на автомобільному транспорті / В. В. Біліченко, Є. В. Смирнов // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури : збірник наукових праць. – Випуск 19. – Київ : НАУ, 2008. – С. 271–274.

4. Смирнов Є. В. Визначення оптимальної стратегії технічного розвитку автотранспортних підприємств / Є. В. Смирнов // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Луцьк, 2016. – Випуск 55. – С. 372–377.

Смирнов Євгеній Валерійович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: zhekasmirnov@bigmir.net.

УДК 629.113.52

Галущак Д.О.

Куца М.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЯ VOLKSWAGEN PASSAT ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено результати дослідження впливу на динамічні характеристики автомобіля Volkswagen Passat використання сумішей дизельного та біодизельного палив. Наведено результати розрахунку часу розгону досліджуваного автомобіля до швидкості 100 км/год при використанні сумішей дизельного та біодизельного палив різного складу.

Ключові слова: динамічний фактор, суміш, дизельне та біодизельне паливо, розгін, автомобіль.

Abstract

This work presents the results of research on the impact of the dynamic characteristics of Volkswagen Passat using mixtures of diesel and biodiesel fuels. The results of calculation includes acceleration time investigated the car to 100 km/h using mixtures of diesel and biodiesel fuels of different composition.

Keywords: dynamic factor, a mixture of diesel and biodiesel, acceleration, vehicle.

Вступ

На сьогоднішній день особлива увага науковців приділяється використанню альтернативних видів енергії на автомобільному транспорті. Дане питання є актуальним, враховуючи стрімке зменшення запасів нафти та погіршення екологічного стану навколишнього середовища.

Метою роботи є визначення впливу використання сумішей дизельного та біодизельного палив на динамічні характеристики автомобіля.

Результати дослідження

Для дослідження впливу на динамічні характеристики автомобіля Volkswagen Passat використання сумішей дизельного та біодизельного палив використовувалась математична модель системи «Автомобіль з дизельним двигуном – дорога – навколишнє середовище», за допомогою якої здійснювались розрахунки динамічного фактору та часу розгону автомобіля [1].

Для оцінки впливу на динамічні властивості автомобіля Volkswagen Passat використання сумішей дизельного та біодизельного палив В25, В50, В75 та біодизельного палива була побудована динамічна характеристика автомобіля, яка зображена на рис. 1.

Як видно з рис. 1, зі збільшенням частки біодизельного палива в суміші динамічна характеристика автомобіля Volkswagen Passat погіршується, а саме: при використанні суміші В25 динамічний фактор в середньому зменшується на 3,09 %, В50 - на 5,42 %, В75 - на 7,83 %, біодизельного палива – на 10,31 %.

Також для дослідження впливу частки біодизельного палива суміші палив на динамічні показники автомобіля було здійснено розрахунок часу розгону автомобіля Volkswagen Passat до швидкості V_a = 100 км/год з місця з перемиканням передач. Для визначення моментів перемикання передач (частот обертання колінчастого валу $n_{кв}$ двигуна), які дозволяють забезпечити максимальну

інтенсивність розгону автомобіля було побудовано графік прискорення автомобіля Volkswagen Passat, який зображено на рис. 2.

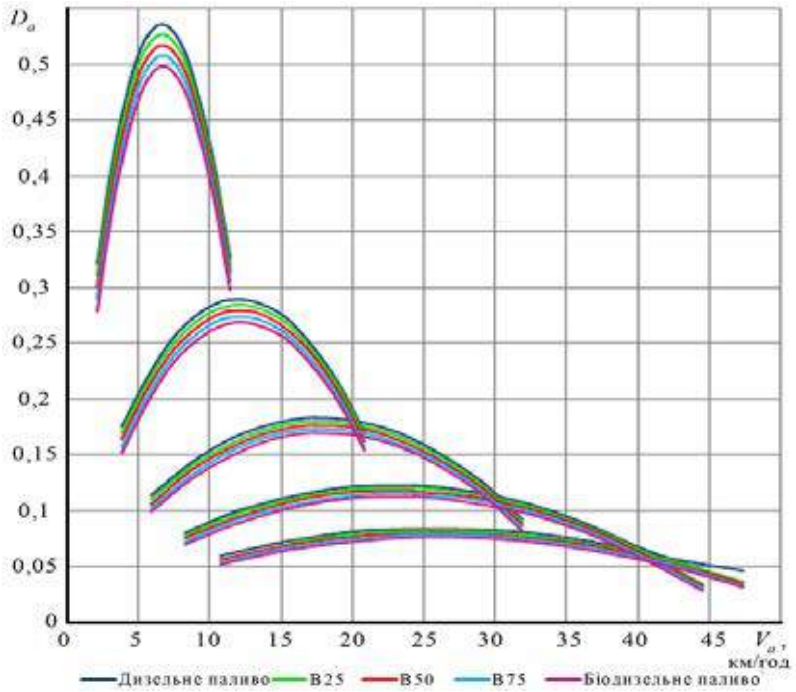


Рисунок 1 - Динамічна характеристика автомобіля Volkswagen Passat при використанні суміші палив різного складу

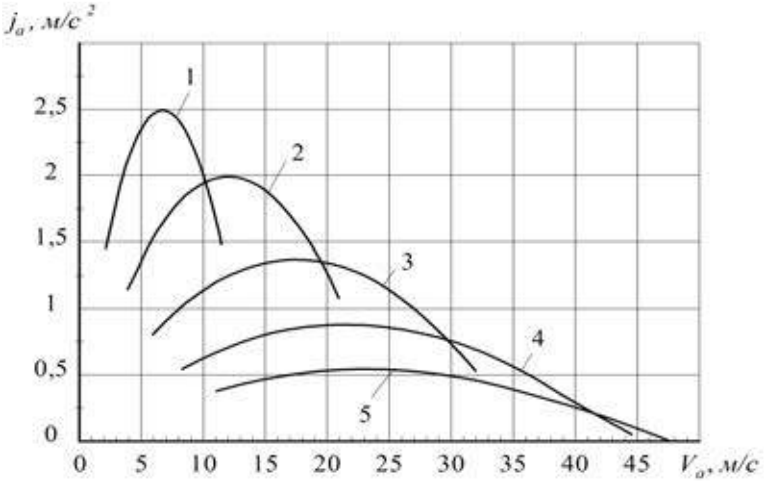


Рисунок 2 - Графік прискорення автомобіля Volkswagen Passat

За графіком прискорення автомобіля Volkswagen Passat було встановлено значення швидкостей автомобіля, при яких доцільно здійснювати перемикання передач:

з 1-ї на 2-гу - V_1 = 10,19 м/с;

з 2-ї на 3-тю - V_2 = 19,51 м/с;

з 3-ї на 4-ту - V_3 = 29,68 м/с;

з 4-ї на 5-ту - V_4 = 41,41 м/с.

Частота обертів колінчастого валу двигуна автомобіля, при якій доцільно здійснювати перемикання передач визначається за формулою:

$$n_{пер\ z} = \frac{V_z \cdot i_z \cdot i_0 \cdot i_p}{0{,}105 \cdot r_к}, \tag{1}$$

де z - номер передачі;

V_z - швидкість автомобіля, при якій доцільно здійснювати перемикання передач з z-ї на z+1.

Значення частот обертання колінчастого валу двигуна автомобіля, при яких доцільно здійснювати перемикання передач:

з 1-ї на 2-гу - $n_{пер\ 1}$ = 3932 об/хв;

з 2-ї на 3-тю - $n_{пер\ 2}$ = 4111 об/хв;

з 3-ї на 4-ту - $n_{пер\ 3}$ = 4087 об/хв;

з 4-ї на 5-ту - $n_{пер\ 4}$ = 4093 об/хв.

Результати розрахунку часу розгону наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Результати розрахунку часу розгону автомобіля Volkswagen Passat до швидкості V_a = 100 км/год

Вид палива	Час розгону t, с	Зміна часу розгону, %
Дизельне паливо	13,09	0
В25	13,31	+ 1,6
В50	13,52	+ 3,2
В75	13,74	+ 4,88
Біодизельне паливо	13,98	+ 6,74

Як видно з табл. 1, при використанні суміші дизельного та біодизельного палив В25 час розгону автомобіля Volkswagen Passat до швидкості V_a = 100 км/год збільшується на 1,6 % у порівнянні з використанням дизельного палива. При використанні суміші В50 час розгону автомобіля збільшується на 3,25 %, при використанні суміші В75 - на 4,88 %. Найбільша зміна цього показника спостерігається при використанні біодизельного палива, час розгону автомобіля збільшується на 6,74 %.

Висновки

Таким чином, результати розрахунків показують, що зі збільшенням частки біодизельного палива в суміші з дизельним динамічні показники автомобіля погіршуються. Найбільш суттєве погіршення спостерігається при використанні сумішей з великим вмістом біодизельного палива та при використанні біодизельного палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Галущак Д.О. Дослідження впливу на показники автомобіля переведення його двигуна на роботу на біодизельному паливі / Д.О.Галущак, А.П. Поляков // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ" Луцьк, 2014. Випуск №46. – С. 431–438.

2. Василов Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива. Сообщение 1: біодизель/ Р.Г. Василов // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2007. – Т. 3, № 1. – С. 47-54.

3. Васильев И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: монография / И.П. Васильев. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.

Куца Марія Вадимівна — студент групи 1АТ-13б, факультет машинобудування транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: misakityan96@gmail.com

Галущак Дмитро Олександрович — канд. техн. наук, ст. викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galuschak_d@meta.ua

Kutsa Maria V. — Department of Mechanical Engineering Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: misakityan96@gmail.com

Galushchak Dmitro O. - Cand. Sc. (Eng), Department of Automobiles and transportation management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: galuschak_d@meta.ua

УДК 629.3

В. Й. Зелінський[1]
В. А. Каращенко[1]

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ФІРМОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

[1]Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто особливості формування стратегії фірмового обслуговування автомобілів.
Ключові слова: стратегія, фірмовий сервіс, станція технічного обслуговування, технічне обслуговування.

Abstract
The features of formation of corporate strategy automobiles service..
Keywords: strategy, corporate services, service station maintenance.

Вступ

В умовах ринкової економіки розширення фірмового сервісу власної продукції стає важливим засобом боротьби за потенційних покупців. Головною особливістю сучасного фірмового сервісу є те, що фірма- виробник бере на себе відповідальність за підтримання в працездатному стані продукції власного виробництва напротязі всього терміну її експлуатації. Дана стратегія є надзвичайно актуальною по відношенню до таких складних видів техніки як автомобіль, оскільки на даний час при покупці автомобіля його майбутній власник в першу чергу оцінює наявні пропозиції на ринку, з врахуванням так званої «повної вартості» продукції.

Основна частина

Таким чином, повна вартість товару складається із ціни власне покупки та додаткових затрат на експлуатацію товару напротязі встановленого терміну експлуатації. Затрати на експлуатацію напротязі встановленого терміну можна встановити, шляхом підрахунку затрат на транспортування, встановлення, технічне обслуговування, ремонт, придбання необхідних запасних частин та витратних матеріалів.

Повна вартість використання являється, по суті, одним із головних критеріїв конкурентоспроможності товару. Тому конкурентоспроможним вважається не той автомобіль, при купівлі якого, встановлено мінімальну ціну на ринку, а той у якого мінімальна ціна його використання за весь термін його експлуатації.

Також, одним із надзвичайно важливих елементів фірмового сервісу автомобілів, на нашу думку, є ефективна організація їх технічного обслуговування та ремонту. Саме ця проблема в поєднанні із забезпеченням запасними частинами, в першу чергу турбує покупця автомобіля.

Досконаліть організації і технології технічного обслуговування та ремонту не лише визначає величину матеріальних затрат на саму трудомістку частину в циклі існування автомобіля (виготовлення – експлуатація- ремонт), але й забезпечує споживачу гарантії того, що заявлений виробником ресурс автомобіля може бути реалізованим в повній мірі.

Так, для ефективного функціонування фірмового сервісу зростання обсягів виробництва і продажів автомобілів не повинно випереджати створення і вдосконалення інфраструктури, що підтримує їх в працездатному стані.

Щоб забезпечити лояльність клієнтів, їхню довіру до бренду, фірма-продуцент повинна підвищувати якість не тільки автомобілів, що випускаються, а й їх подальшого сервісного супроводу. Це тим більш актуально, оскільки динамічний розвиток автомобільного транспорту та висока конкуренція на ринках збуту змушують виробників до швидкого оновлення модельного ряду, [1,2].

Така ситуація створює цілий ряд проблем при експлуатації автомобілів і організації їх сервісного обслуговування. Крім того, етап експлуатації - найтриваліший з усіх етапів життєвого циклу, тому клієнт вибере ту техніку, з якою не матиме проблем протягом усього терміну її експлуатації.

Розглядаючи будь-яку велику виробничу корпорацію з точки зору створюваного нею продукту, особливо високотехнологічного і має тривалий термін експлуатації, необхідно враховувати, що виробник, як правило, несе відповідальність за його стан протягом всього життєвого циклу. Таким чином, ефективність процесів, від проектування до утилізації, визначається якістю взаємодії трьох систем (виробничої, системи розподілу і забезпечення, системи сервісу), інтегрувати діяльність яких можна шляхом застосування єдиної інформаційно-логістичної системи. Інформаційні та матеріальні потоки в логістичних системах служать для координації функціонування підсистем з метою підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємства. У свою чергу, систему фірмового сервісу можна розглядати як з точки зору процесів підтримки працездатності автомобілів, зміст і технологія яких залежать від стадії життєвого циклу автомобіля, так і з точки зору організаційної реалізації цілей і завдань системи фірмового сервісу. У першому випадку розглядаються підсистеми гарантійного та післягарантійного обслуговування автомобілів. У другому - підприємства системи фірмового сервісу, в яких реалізуються її цілі і завдання. У цьому сенсі систему фірмового сервісу можна розглядати як дилерську - сервісну мережу, підприємства якої – дилерські сервісні центри, розташовані в різних регіонах, - можуть відрізнятися як за змістом послуг, що надаються, так і за іншими параметрами, [1].

З огляду на неоднорідність територіального розташування, а також відмінності параметрів функціонування, для ефективної роботи дилерської сервісної системи повинен існувати єдиний центр управління, в який своєчасно і оперативно повинна надходити інформація про показники діяльності кожного її суб'єкта. Коригування стратегії розвитку фірмового сервісу, а також, в короткостроковій перспективі, зміна керуючих впливів і перерозподіл ресурсів повинна виконуватися з урахуванням результатів аналізу оперативної інформації. Європейські автовиробники при формуванні системи фірмового сервісу автомобілів спираються на правило: «продаж - сервіс - запасні частини», така система передбачає наявність трьох основних підсистем, що виконують свої функції в тісній взаємодії одна з одною. Основною метою її діяльності стає реалізація принципу фірмового сервісу автомобілів: купуючи автомобіль, клієнт повинен бути впевнений, що не матиме проблем під час всього терміну його експлуатації.

Оскільки фірмовий сервісний центр, в свою чергу, являє собою складну систему, то управління в ньому також має будуватися з позицій системності. Стратегія розвитку повинна підпорядковуватися досягненню спільної мети для кожної з підсистем, з урахуванням поставлених перед ними локальних задач.

Висновки

Створення системи фірмового сервісу, з організаційної точки зору, пов'язане з формуванням дилерської сервісної мережі, суб'єкти якої виконують функції реалізації автомобілів і їх сервісний супровід, а також реалізацію запасних частин до них. У той же час, формування системи фірмового сервісу пов'язано з розробкою стратегії підтримки працездатності автомобілів, підвищення їх надійності та конкурентоспроможності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волгин Владислав Васильевич. Автосервис. Маркетинг и анализ: Практическое пособие / В.В. Волгин // М.: Издательско – торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 496 с.
2. Сергеев В.И. Логистика: Информационные системы и технологии / В.И. Сергеев, М.Н. Григорьев, С.А. Уваров // М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. –608 с.

Володимир Анатолійович Каращенко - студент групи 1АТ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

Вячеслав Йосипович Зелінський - асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, email: Zelinskiy@ukr.net.

Karaschenko Vladimir A — faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University.

Zelinsky Vyacheslav I. - assistant department Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, email: Zelinskiy@ukr.net.

УДК 629.3

О.П. Антонюк[1]
А.В. Баран[1]

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ СКЛАДІВ АТП

[1]Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто особливості особливості організації інформаційної підтримки технологічного процесу забезпечення запасними частинами складів АТП.
Ключові слова: запасна частина, рухомий склад, автотранспортне підприємство, склад.

Abstract
The features of the particular organization promoted process providing spare parts warehouses ATP.
Keywords: Spare parts, rolling stock, Avtotransportne Company, warehouse.

Вступ

В Україні функціонує ринкова система матеріально-технічного забезпечення автотранспортних підприємств. Формування існуючої системи МТЗ відбувається з наслідуванням досягнень європейських країн, тому на сьогоднішній день існуючі підходи до організації забезпечення запасними частинами автотранспортних підприємств володіють рядом спільних рис, характерних для зарубіжних систем забезпечення запасами [1]. Так, на ринку запасних частин з'явилися дилери зарубіжних виробників, які організували МТЗ, відповідно до схеми, яка прийнята в країні-виробнику, з врахуванням деяких особливостей українського ринку автомобільних запасних частин.

Основна частина

Для забезпечення надходження грамотних заявок від споживачів запасних частин закордонні постачальники постійно вдосконалюють каталоги запасних частин, забезпечуючи споживачів своєчасною інформацією про зміни в конструкції модельного ряду автомобілів. На даний час широкого поширення набуло виготовлення каталогів, інструкцій по експлуатації та ремонту в вигляді самостійних баз даних, які розповсюджуються серед дилерів виробника на компакт-дисках.

Зарубіжними автовиробниками випускається безліч модифікацій кожної моделі, тому випускати окремі каталоги для них занадто довго і дорого. Більш того, автомобілі модифікуються майже щороку. Перевага віддається обліку кожного автомобіля за серійними номерами з прив'язкою до відповідного набору запасних частин, що зберігається в БД постачальника. При замовленнях запасних частин фахівці відділу матеріально-технічного забезпечення самостійно визначають за каталогом запчастин необхідні номери запасних частин, використовуючи серійний номер конкретного автомобіля, і повідомляють на склад перелік необхідних запчастин. Такі системи забезпечують отримання саме тих деталей, які підходять до даної модифікації автомобіля. Зрозуміло, застосування таких систем стало можливим з розвитком регіональних складів, які забезпечують поставку деталей протягом доби.

Значна частина запасних частин міститься на складах постачальників, оптовиків і дилерів не тому, що вони постійно потрібні, а тому, що в них може виникнути потреба. Деякі менеджери складів, побоюючись можливої нестачі деталей, систематично створюють надлишкові запаси з метою підстраховки. Це призводить до зайвих витрат і скорочення прибутку. Зрозуміло, ідеальною була б закупівля "з коліс", без будь-якого зберігання. Однак така торгівля неможлива в зв'язку з особливостями запасних частин, тому оборотність запасів є важливим критерієм, який ретельно аналізується фірмами.

Досягнення високої оборотності - нелегке завдання для великих постачальників, оскільки вони змушені зберігати на складах частина запасів номенклатури нерегулярного попиту, [2]. Якщо для економічно ефективної торгівлі запасними частинами необхідно підтримувати високий рівень оборо-

тності запасів, то для забезпечення попиту на будь-яку деталь, особливо для знятих з виробництва машин, необхідно зберігати широкий асортимент рідко продаються деталей, що гальмує оборотність запасів.

При збільшенні оборотності зростають обсяг реалізації і прибуток. Вартість утримання запасів деталей і вузлів автотракторної техніки на складах зростає з року в рік внаслідок інфляції, зростання вартості оренди приміщень, витрат на заробітну плату, накладних витрат і т. Д., Що викликає природне прагнення знизити рівень запасів за рахунок більш частого замовлення запасних частин меншими партіями.

Завданнями стратегії управління запасами є безперебійна торгівля при найменших витратах і максимальному задоволенні попиту.

Найменші витрати - це дотримання бюджету шляхом розміщення замовлень по найбільш вигідною системі. Зниження витрат на замовлення, отримання і зберігання партій запчастин досягається при проходженні рекомендаціям постачальників щодо оптимізації обсягів і термінів замовлень.

Максимальне задоволення попиту - досягнення встановленого відсотка задоволення замовлень по номенклатурі. Жоден постачальник не сподівається на повне задоволення попиту через неможливість зберігання всієї номенклатури деталей навіть в системі складів.

Рівень задоволення попиту рідко перевищує 90-95%, і цей конкретний рівень встановлюється кожним постачальником для своєї збутової мережі як параметр стратегії управління запасами, що впливає на обсяг запасів і витрати з їх утримання.

Очевидно, що невигідно прагнути до надмірно високого рівня задоволення попиту, адже доведеться зберігати значні запаси запасних частин нерегулярного попиту.

Висновки

Ефективне забезпечення рухомого складу автотранспортного підприємства необхідними запасними частинами можливо, якщо виконуються наступні умови:

- матеріально-технічна служба підприємства володіє відповідною інформаційною базою, що характеризує потребу в запасних частинах його рухомого складу
- керівництво підприємством має можливість на основі даної інформації приймати раціональні управлінські рішення, контролювати виконання та оперативно коригувати власні дії.

Виконання перерахованих умов можливо, якщо управління забезпеченням запасними частинами базується на відповідної якості комп'ютерному інформаційному забезпеченні. Основою такого забезпечення має бути адаптивна інформаційна база, в якій повинно бути відображено все різноманіття і мінливість факторів, що впливають на формування номенклатури та кількості запасних частин необхідних для підтримки в справному стані його рухомого складу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В. В. Обгрунтування критеріїв оцінки ефективності вибору запасних частин, що зберігаються на складі АТП для підтримки в справному стані його рухомого складу / В. В. Біліченко, О. П. Антонюк. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2016. – №2(77). – С. 56–61.
2. Poliakov A.P. Identification of improvement ways of estimation method for nomenclature and quantity of spare parts / A.P. Poliakov, O.P. Antoniuk, V.V. Ratsyborynskiy // New technologies and products in machine manufacturing technologies. Journal. Режим доступу: http://www.fim.usv.ro/conf_1/tehnomusjournal/pagini/journal2013/files/4.pdf

Анастасія Василівна Баран - студентка групи 1АТ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

Олег Павлович Антонюк — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: ASP_Antonuk@ukr.net

Baran Anastasiia V. — faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University.

Antoniuk Oleh P. — assistant chair car and transport management, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: ASP_Antonuk@ukr.net

УДК 656.13.072

В. В. Біліченко
С. В. Цимбал
Н. О. Біліченко

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто чинники, які визначають попит на послуги громадського пасажирського транспорту міста. Розроблена схема та сформовані основні етапи системи підтримки прийняття рішень по вдосконаленню міської маршрутної мережі.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, маршрутна мережа, пасажирські перевезення, кількість та пасажиромісткість автобусів, інтервал руху.

Abstract

The factors that determine the demand for public passenger transport city. The scheme formed the main stages and decision support systems to improve urban route network.

Keywords: decision support system, route network, passenger transport, passenger capacity and number of buses range of motion.

Вступ

Розв’язання проблеми забезпечення збалансованого розвитку системи міських пасажирських перевезень як визначального елемента сталого функціонування виробничої і соціальної сфер регіонів України має велике значення. Аналіз діючої системи дає підстави стверджувати про наявність значних резервів щодо її удосконалення. Ця система перебуває у стадії реорганізації і не відповідає сучасним вимогам управління багатокомпонентними інфраструктурними об’єктами, що є складовими соціально-економічної інфраструктури регіону.

Результати дослідження

Чинники, які визначають попит на послуги громадського пасажирського транспорту, структуру переміщень населення у міському сполученні й економічні наслідки зміни цієї структури, на сьогодні досліджені недостатньо. Відсутні кількісні оцінки впливу керуючих чинників на результати функціонування пасажирської транспортної системи міського сполучення, що ускладнює ефективне управління в цій галузі.

Основна відмінність сучасного етапу розвитку держави у зв’язку із вживанням антикризових заходів полягає в тому, що організаційно-технічні рішення, які приймаються на науковій основі, необхідно впроваджувати в життя для досягнення позитивного ефекту за короткі проміжки часу. Все це зумовлює потребу в покращенні корпоративного та регіонального менеджменту за рахунок розроблення систем підтримки прийняття рішень за наявності великої кількості альтернатив та критеріїв.

Необхідність комп’ютерної підтримки прийняття рішень в економіці та бізнесі нині зумовлена дією низки об’єктивних причин, зокрема: збільшенням обсягів інформації, що надходить до органів управління і безпосередньо до керівників; ускладненням завдань, що розв’язуються щоденно і на перспективу; необхідністю обліку і урахування великої кількості взаємопов’язаних факторів і вимог, що швидко змінюються; необхідністю зняття невизначеності, пов’язаної з неможливістю кількісного вимірювання окремих чинників; збільшенням важливості наслідків рішень, що приймаються, тощо.

Сучасні системи підтримки прийняття рішень виникли у результаті злиття управлінсь-

ких інформаційних систем і систем управління базами даних, як системи, що максимально пристосовані до розв'язування задач щоденної управлінської діяльності, і є інструментом, щоб надати допомогу тим, хто вирішує (робить вибір). За допомогою системи підтримки прийняття рішень може проводитись вибір рішень у певних неструктурованих і слабко структурованих задачах, у тому числі й тих, що мають багато критеріїв.

Задача вибору найкращої альтернативи серед великої кількості альтернатив виникає, зокрема, при розробці проектів розвитку маршрутної мережі міського пасажирського транспорту, коли найкращу альтернативу обирають серед множини штучно згенерованих, а не реально існуючих альтернатив, після чого для реалізації обраної альтернативи затрачаються суттєві ресурси.

Для підтримки прийняття рішень щодо вдосконалення маршрутної мережі міських пасажирських перевезень запропонована система підтримки прийняття рішень (рис.1), яка включає наступні п’ять етапів: аналіз міської маршрутної мережі; аналіз результатів вивчення попиту населення на пасажирські перевезення; визначення дублювання маршрутів; формування нових маршрутів; визначення раціональної та пасажиромісткості транспортних засобів.

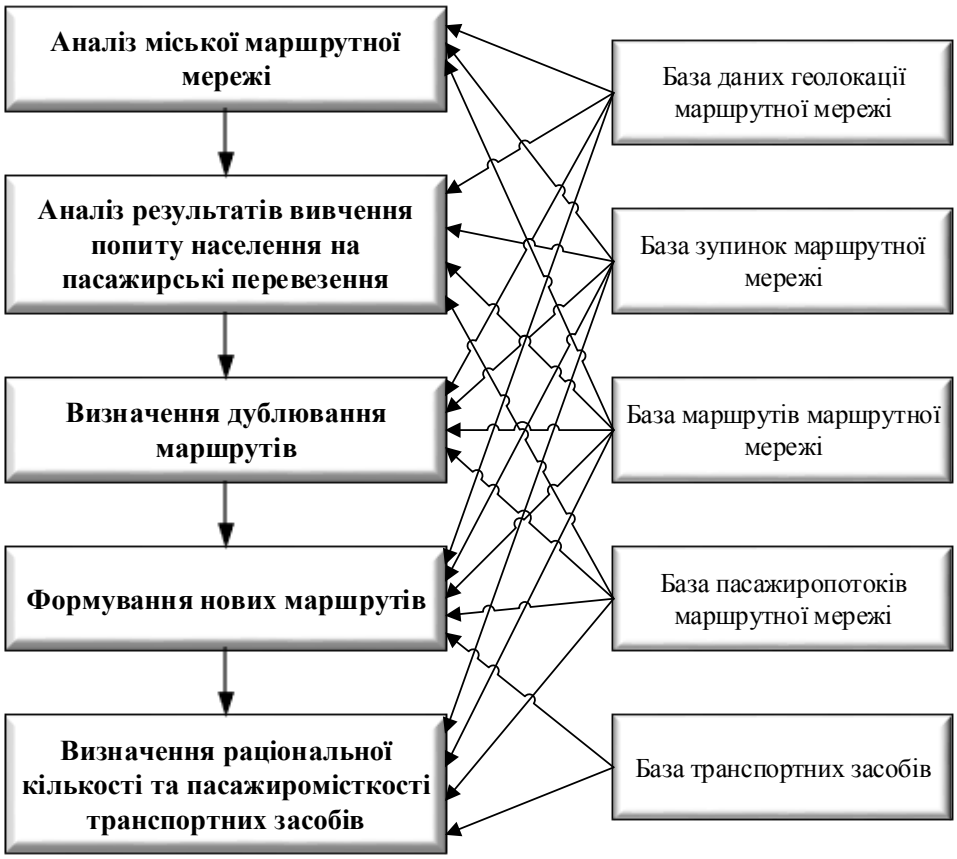


Рис. 1 - Система підтримки прийняття рішень по вдосконаленню міської маршрутної мережі

Перший етап передбачає проведення повного аналізу пасажирської маршрутної мережі міста: види транспорту; маршрути руху і зупиночні пункти з прив’язкою до карти міста; анкетування пасажирів; візуальне обстеження маршрутної мережі, тощо. В результаті визначаються: розміри можливих обсягів перевезень на міському транспорті і їх співвідношення за видами транспорту; провізна спроможність мережі і видів транспорту відносно містобудівних умов конкретного міста; експлуатаційні характеристики видів транспорту; щільність ліній міського транспорту для міста в цілому і для окремих функціональних зон; прямолінійність сполучень для міста в цілому і для окремих швидкісних ліній; частота руху транспортних засобів, насиченість мережі рухомим складом, безпересадочність сполучень; ступінь суміщення маршрутів на мережі міського транспорту міста.

Другий етап передбачає обстеження табличним методом всіх маршрутів мережі. Під час проведення обстеження на кожний рейс обліковцем заповнюється рейсовий листок, який містить інформацію про вид транспорту, номер маршруту, час початку та закінчення рейсу, марку рухомого складу та

кількість дверей. Кількість пасажирів, що зайшли в транспортний засіб та вийшли з нього на зупинках, визначаються обліковцями, що в ньому знаходяться, з внесенням цих даних до маршрутної таблиці. Попередньо в маршрутній таблиці зазначається номер маршруту та час роботи обліковця. Отримані дані заносяться в базу пасажиропотоків маршрутної мережі та розраховуються базові параметри маршрутної мережі міста.

Третій етап передбачає аналіз дублювання маршрутів різними видами транспорту міста.

І далі, на четвертому етапі, використовуючи отримані дані, приймаються рішення щодо формування нових маршрутів машрутної мережі.

Заключний пятий етап дозволяє для нових маршрутів машрутної мережі вибирати режими руху, оптимальну пасажиромісткість транспортних засобів та розрахувати необхідну їх кількість і інтервал руху.

Висновки

В результаті запропонована система підтримки прийняття рішень дозволяє провести вдосконалення маршрутної мережі міських пасажирських перевезень, що в свою чергу дозволить забезпечити необхідний рівень якості перевезень пасажирів міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Доля В.К. Пасажирські перевезення: підручник. / В.К. Доля. – Харків.: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.

2. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможи, С.А. Ширяев. М.: Телеком, 2006. – 448 с.

3. Петров А.И. Формирование результативности пассажирских автомобильных перевозок в условиях переменной внешней среды: учебное пособие / А. И. Петров. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. – 152 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko v@mail.ru;

Цимбал Сергій Володимирович, – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Біліченко Наталія Олександрівна, – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: atm-vntu@ukr.net;

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of car and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Tsymbal Sergiy V. – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Bilichenko Nataliya A. – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: atm-vntu@ukr.net.

УДК 629.3+504

Галущак Д.О.
Вигонюк Н.Г.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ TOYOTA PRIUS

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено аналіз особливостей конструкції та принципу роботи гібридної силової установки автомобіля Toyota Prius. Розглянуто особливості роботи двигуна внутрішнього згорання, встановленого на даний автомобіль, наведено схему гібридної установки.

Ключові слова: гібридна силова установка, електромотор-генератор, двигун внутрішнього згоряння, паливо, дільник потужності.

Abstract

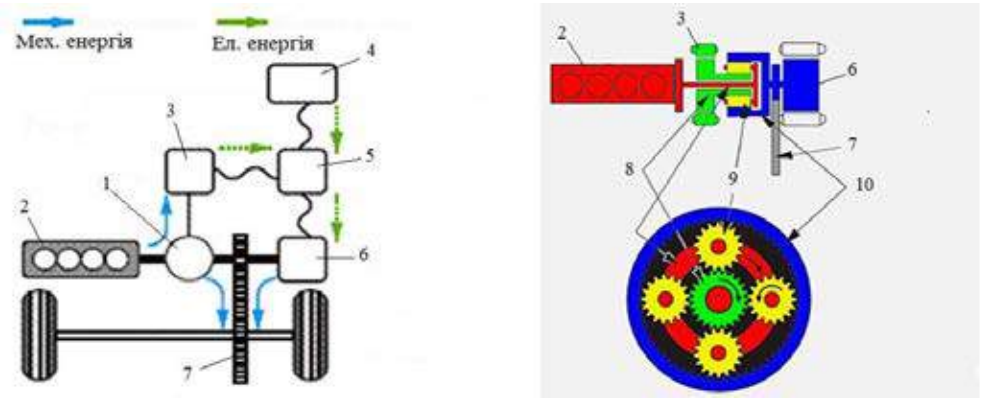
This work presents an analysis of construction features and the principle of the hybrid plant's work of Toyota Prius. The features of the internal combustion engine mounted on this car, given hybrid circuit installation.

Key words: hybrid, electric generator, the internal combustion engine, fuel, power divider.

Одним із найбільш популярних автомобілів із гібридною силовою установкою є Toyota Prius. Це пояснюється тим, що гібридні силові агрегати Toyota, не зважаючи на свою складність характеризуються високою надійністю та паливною економічністю. Розглянемо особливості конструкції та принципу роботи гібридної силової установки Toyota Prius.

Конструкція

Гібридна силова установка автомобіля Toyota Prius представляє собою послідовно-паралельну конструкцію, в якій крутний момент на колеса може передаватись безпосередньо від двигуна внутрішнього згоряння та від тягового електродвигуна в будь-яких пропорціях. Для реалізації роботи за такою схемою в конструкції силової установки передбачений дільник потужності 1 (рис.1), який представляє собою планетарний механізм з чотирма шестернями-сателітами [1]. До зовнішньої шестерні дільника потужності підключений тяговий електродвигун 6. Також зовнішня шестерня 10 безпосередньо з'єднана з головною передачею 7, яка передає крутний момент до міжколісного диференціалу і далі на колеса [2].



1 - дільник потужності; 2 – двигун внутрішнього згорання; 3 - керуючий мотор-генератор MG1; 4 – акумулятор; 5 – перетворювач напруги; 6 - тяговий електродвигун MG2; 7 – головна передача; 8 – сонячна шестерня; 9 – сателіти; 10 – зовнішня (коронна) шестерня

Рисунок 1 – Схема гібридної установки автомобіля Toyota Prius

Чотири сателіта в цій конструкції підключені до двигуна внутрішнього згоряння, тобто їх осі обертаються навколо осі центральної сонячної шестерні. Остання, в свою чергу, з'єднана з керуючим мотор-генератором 3.

Загальний принцип роботи

Для розгону автомобіля використовується тяговий електромотор-генератор MG2. Він обертає зовнішню шестерню планетарної передачі, через яку крутний момент передається на колеса. У випадку, якщо потужності тягового електромотора стає недостатньо, в роботу вступає бензиновий двигун, при цьому він працює в самому економічному режимі. При обертанні шестерень-сателітів приводяться в дію як зовнішня шестерня, так і внутрішня, сонячна, якою управляє мотор-генератор MG1. В залежності від режиму роботи мотор-генератора MG1 формується так зване «передаточне число трансмісії». Також MG1 здійснює підзарядку батареї в будь-якому режимі (зокрема при стоянці на місті) і виконує функцію стартера для запуску двигуна [2].

Завдяки цьому інженерам Toyota вдалося отримати універсальну систему розподілу крутного моменту, яка оптимально розподіляє енергію, отриману при згорянні палива в ДВЗ. Також під час гальмування один з електродвигунів починає працювати в режимі генератора, підзаряджаючи АКБ.

Особливості роботи ДВЗ

Двигун внутрішнього згорання, що встановлюється на автомобіль Toyota Prius, як і автомобіль в цілому, розроблений для максимальної економії палива. Особливістю даних ДВЗ є те, що вони працюють по циклу Міллера.

У цих двигунах, на відміну від двигунів, що працюють по циклу Отто, стиснення паливо-повітряної суміші відбувається не на початку ходу поршня вверх, а трохи пізніше, через це частина паливо-повітряної суміші виштовхується назад у впускний колектор. Завдяки цьому вдається збільшити робочий хід, чим збільшують час використання енергії тиску газів, тобто підвищують ККД двигуна з відповідним зниженням витрати палива. Цикл Міллера в гібридних автомобілях більш актуальний завдяки роботі ДВЗ в цій конструкції в більш вузькому діапазоні обертів.

ККД двигунів внутрішнього згоряння Toyota Prius, що працюють по циклу Міллера досягає 40%, а для ДВЗ, що працюють по циклу Отто – до 30% [3]. Більш високий коефіцієнт корисної дії означає більш ефективне використання тепла, що виділяється при згорянні палива, що обумовлює високу економічність ДВЗ Toyota.

Висновок

Аналіз особливостей конструкції та принципу роботи гібридної силової установки автомобіля Toyota Prius показав, що висока паливна економічність та надійність даних автомобілів досягається за рахунок встановлення ДВЗ, що працюють по циклу Міллера та застосування дільника потужності, використання якого в парі з керуючим мотор-генератором MG1 дозволило відмовитись від традиційної КПП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автожурнал Турбо [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: http://turbonsk.ru/gibrid/ (дата звернення 16.03.2017)

2. Дацык Ю. В чем неповторимость гибридов Toyota / Ю. Дацык // Автоцентр: журнал. – 2016. №15. – С. 34-35.

3. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: Підручник. / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко // — К.: Арістей, 2006. — 476 с. — ISBN 966-8458-36-5.

Галущак Дмитро Олександрович — канд. техн. наук, ст. викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galuschak_d@meta.ua

Вигонюк Надія Григорівна — студент групи 1АТ-13б, факультет машинобудування транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vugonyk@mail.ru

Galushchak Dmitro O. - Cand. Sc. (Eng), Department of Automobiles and transportation management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: galuschak_d@meta.ua

Vygoniuk Nadia G. — Department of Mechanical Engineering Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vugonyk@mail.ru

УДК 629.1

В. А. Кашканов[1]
В. В. Василик[1]

ПЕРСПЕКТИВНІ ВИДИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

[1]Вінницький національний технічний університет

Анотація
Проведено аналіз перспективних видів міського пасажирського транспорту з урахуванням світових тенденцій.
Ключові слова: громадський транспорт, міський пасажирський транспорт, пасажирський потік, пасажир.

Abstract
The analysis of promising urban passenger transport, taking into account global trends.
Keywords: public transport, urban passenger transport, passenger flow, passenger.

Вступ

В наші дні глобальною проблемою стало різке збільшення частки особистого автотранспорту. Обслуговування все наростаючого потоку автомобілів вимагає чималих витрат як матеріальних, так і витрат часу, простору, оскільки дорожній рух створюється не стільки кількістю машин, скільки кількістю поїздок та їх протяжністю [4]. Крім того, є проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, утилізацією транспортних засобів і багато іншого. Збільшення частки громадського транспорту може вирішити багато з цих проблем. Проте громадський транспорт ще недостатньо популярний, його парк продовжує скорочуватися. Як показав зарубіжний досвід, повністю відмовитися від міського громадського транспорту неможливо. Він повинен сталь невід'ємною частиною міської системи в майбутньому, як гідний конкурент в широкому сенсі, що задовольняє запити споживачів.

Особливо гостро сьогодні стоїть проблема забруднення навколишнього середовища транспортними засобами. Все більше розвиваються екологічний напрям в транспортному дизайні. Проблема екологічності громадського транспорту в даний час вирішується досить успішно.

Метою роботи є аналіз сучасних перспективних видів міського пасажирського транспорту з урахуванням світової тенденції їх використання.

Результати дослідження

Компанії Bombardier пропонує електричні автобуси, зарядка яких може здійснюватися під час руху, завдяки спеціальній електричної мережі, яка встановлюється прямо під проїзною частиною на зупинках громадського транспорту [2] (рис. 1).

Рис. 1. Електричний автобус компанії Bombardier

Концепт екологічного громадського транспорту SKhy Bus. Силова установка не електрична, а на паливних елементах, на водні, де буде використовуватися не чиста вода, а стічна, тобто цей автобус буде виконувати додатково функцію міні очисної станції [1].

Підвісні системи громадського транспорту цілком можуть бути «зеленим» потягами. Концепт монорейкового підвісної вагона рухається за рахунок енергії, виробленої сонячними і вітряними генераторами. Всі ці розробки вказують на те, що громадський транспорт в майбутньому так чи інакше стане електричним.

Трамвай сьогодні визнаний у світі найбільш перспективним видом міського транспорту. Його позитивні сторони: широкий діапазон провізної здібності, висока середня швидкість, всі переваги електротранспорту (екологічність, плавність ходу, невисокі експлуатаційні витрати).

Існує безліч розробок в цьому напрямку. Кращі закордонні аналоги представлені такими фірмами, як Bombardier і Alstom. Для розробки сучасного рішення «трамвайних» проблем необхідний системний підхід, у рамках якого величезне місце займе дизайн. Потрібно виявити найбільш пріоритетні напрямки розвитку трамвайного транспорту, зробити його більш досконалим і як наслідок повернути йому популярність.

Основна перевага тролейбусного транспорту полягає у відсутності шкідливого викиду під час роботи двигуна. Тролейбус, як правило, працює у поєднанні з іншими видами транспорту. На лініях нині використовують рухомий склад місткістю 65-80 пасажирів. Застосовують зчленовані тролейбуси місткістю 120 пасажирів. У разі відстані між зупинками 400-500 м провізна здатність – 5-10 тис. пасажирів у годину.

Монорейкові дороги – позашляховий вид транспорту. Потяги рухаються по балці, укладеній на опори. Очевидний недолік монорейкових доріг – громіздкий шлях, який не сприяє поліпшенню архітектурного вигляду міських вулиць. Безумовна перевага цього виду транспорту полягає у порівняно незначній вартості і простоті будівництва. Лінії цього виду транспорту потрібно повністю відділяти від інших видів руху. Їх можна прокладати по поверхні землі, на естакадах і в тунелях.

Метрополітен – найсучасніший міський позавуличний транспорт. Лінії метрополітену прокладають по землі, на естакадах і в тунелях під землею. Найпрогресивніше, особливо в центральних районах міст, підземне спорудження метрополітену, оскільки він позбавлений усіх недоліків, властивих іншим видам міського транспорту. У разі прокладення по землі шляху метрополітену відторгають значні міські території, естакадні лінії порушують архітектурну композицію міста, а потяги метрополітену створюють шум під час руху.

Поїзд на магнітній подушці або Маглів (від англ. magnetic levitation – «магнітна левітація») – це потяг, що утримується над полотном дороги, спонукуваний і керований силою електромагнітного поля (рис. 2). Такий склад, на відміну від традиційних поїздів, в процесі руху не стосується поверхні рейки, так як між потягом і поверхнею полотна існує зазор, тертя між ними виключається, і єдиною гальмує силою є аеродинамічний опір. Відноситься до монорельсовому транспорту (хоча замість магнітного рейки може бути влаштований канал між магнітами – як на JR-Maglev). Швидкість, що досягається поїздом на магнітній подушці, порівнянна зі швидкістю літака і дозволяє скласти конкуренцію повітряному транспортові на ближньо- і середньо магістральних напрямках (до 1000 км). Хоча сама ідея такого транспорту не нова, економічні і технічні обмеження не дозволили їй розгорнутися повною мірою: для публічного використання технологія втілювалася лише кілька разів. В даний час, маглів не може використовувати існуючу транспортну інфраструктуру.

Рис. 2. Потяги на магнітному підвішуванні

Є проекти з розташуванням магнітних елементів між рейками звичайної залізниці або під полотном автотраси.

Персональний автоматичний транспорт – це вид міського і приміського транспорту, який автоматично (без водія) перевозить пасажирів у режимі таксі, використовуючи мережу виділених шляхів. На даний момент у світі діє одна система Персонального автоматичного транспорту. Це мережа ULTra в Лондонському аеропорту Хітроу. Система була відкрита для пасажирів у 2010-му році.

Висновки

Сучасні стандарти життя зумовлюють перегляд існуючих засобів організації транспортного процесу. Зростання міст підвищує вимоги населення щодо більш швидкого, але в той же час зручного і безпечного пересування. Використовуючи тенденції світового розвитку видів міського пасажирського транспорту проведено їх аналіз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Monteiro, A. Skhy bus / A. Monteiro // Популярна механіка. – 2011. – № 10.

2. Бездротові элекроавтобуси Bombardier в Німеччині: [Електронний ресурс]. – http://www.novate.ru/blogs/300313/22760/

3. Громадський транспорт: [Електронний ресурс]. – http://www.rikshaivan.ru/perevozki/novye-vidy-gorodskogo-transporta/tram.

4. Підвісні системи монорейкового громадського транспорту: [Електронний ресурс]. – http://ctroitexnologii.blogspot.ru/2010/04/blog-post_20.html

Кашканов Віталій Альбертович ·– к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kash_2004@ukr.net

Василик Валентина·– студентка групи 1ТТ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1tt16ms.vasylyk@gmail.com

Kashkanov Vitaly – Ph.D., associate professor, assistant professor of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: kash_2004@ukr.net

Vasylyk Valentine – student group 1TT-16ms, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: 1tt16ms.vasylyk@gmail.com

УДК 656.01

В. П. Кужель

ДО ПИТАННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовані та систематизовані причини виникнення ДТП в темну пору доби, запропоновані заходи для покращення ситуації.

Ключові слова: дальність видимості, дорожньо-транспортна пригода, темна пора доби, автомобіль, світло фар.

Abstract

The causes of traffic accidents during the nighttime are analyzed and systematized, proposed measures to improve the situation.

Keywords: visibility, traffic accident, nighttime, car, headlights.

Вступ

В концепції державної програми підвищення безпеки дорожнього руху зазначається, що стан безпеки дорожнього руху в Україні і наслідки дорожніх транспортних пригод є одними з найгірших у Європі. В Україні на території населених пунктів скоєно понад 88 тис. ДТП за участю і з вини пішоходів. Поза населеними пунктами їх скоєно майже в 6 разів менше – 15,5 тис. Але в нічний час число пригод з людськими жертвами складає: у містах у 2,5 рази, а на позаміських дорогах у 3 рази більше ніж в світлу пору доби. За статистичними даними з загального числа ДТП біля 50 % пригод скоюються саме в темну пору доби [1]. Враховуючи, що найголовнішим показником ефективності автомобільних фар є дальність видимості дорожніх об'єктів, доцільно сконцентрувати увагу на факторах, що чинять вплив на дальність видимості, визначають швидкість, рівень безпеки руху в темну пору доби [1-3]. Основні причини надзвичайно великої кількості ДТП в темну пору доби – зниження видимості, осліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів, але існує ще ряд інших не менш важливих причин, які слід систематизувати.

Метою роботи є систематизація можливих причин виникнення ДТП в темну пору доби та формування пропозицій щодо вирішення даної проблеми.

Результати досліджень

Отже в порівнянні з європейськими країнами стан безпеки дорожнього руху в Україні є вкрай незадовільним через високий рівень смертності та дорожньо-транспортного травматизму [4-5]. Відносна кількість загиблих в Україні у 7 – 10 разів більша, ніж у розвинених країнах. За статистичними даними [1] в України з загального числа ДТП біля 46-54% пригод скоюються в темну пору доби, а число загиблих в цей час складає 60% від загального числа травмованих.

Наведемо розподіл кількості потерпілих в ДТП та кількості ДТП за годинами доби (рис. 1).

З кривих рисунку 1 можна зробити наступні висновки: кількість потерпілих в ДТП (крива 2) залишається стабільно високою. З 10 год. ранку до 20 год. вечора з наступним значним зниженням, яке пояснюється закономірним зменшенням кількості автомобілів і пішоходів в вечірні та нічні години доби. Але незважаючи на зменшення кількості ДТП, важкість їх наслідків зростає, так як збільшується кількість потерпілих в пригодах (крива 1) значно зростає з 17 до 23 год.

Систематизуємо причини виникнення ДТП в темну пору доби [2, 3, 6]:

- зниження дальності видимості дорожньої обстановки;
- засліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів;
- незадовільне освітлення проїзної частини, а для більшості доріг – повна його відсутність;

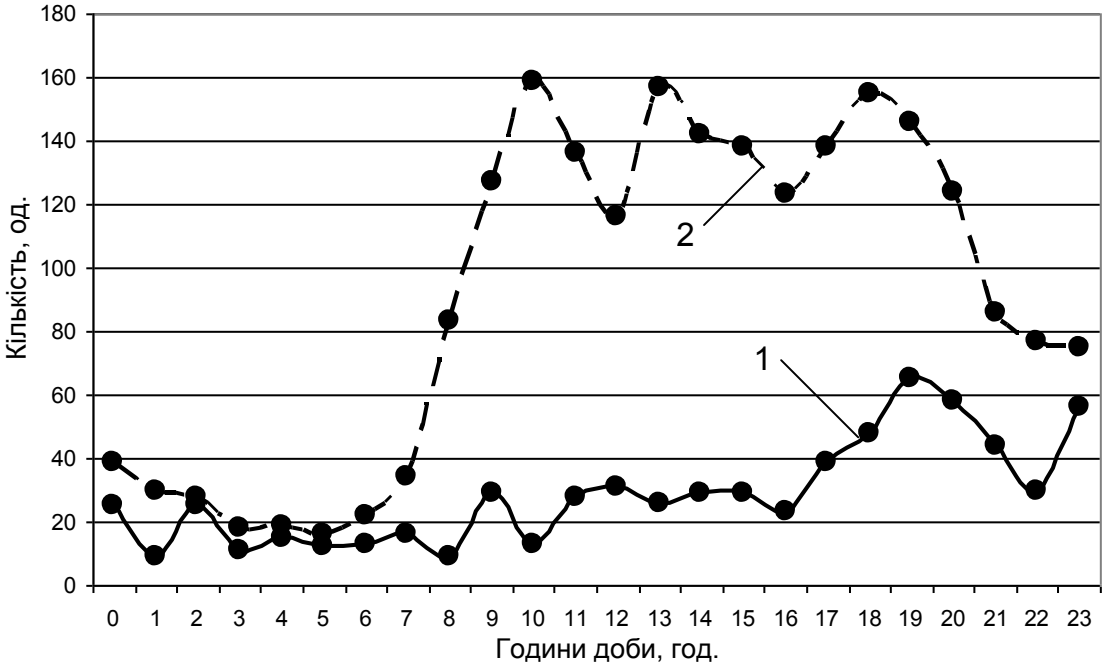


Рисунок 1. Розподіл кількості потерпілих в ДТП (крива 1)
та кількості ДТП за годинами доби (крива 2)

- перевищення допустимої швидкості руху за умовами видимості [3];
- незадовільний технічний стан системи освітлення транспортних засобів;
- підвищена втомлюваність водія вночі, засліплювання його світлом фар зустрічного автомобіля;
- фізіологічна непристосованість організму людини до праці вночі [3];
- відсутність фізіологічного методу для водіїв на перебудову свого режиму для роботи вночі [3];
- відсутність досвіду і професійних прийомів керування автомобілем уночі;
- фізична втома, недостатні індивідуальні навички керування автомобілем;
- відсутність у свідомості водія повної реальної оцінки нічної дорожньої обстановки, аналогічної керуванню автомобілем вдень, адже вночі потрібна висока стійкість уваги (97% інформації отримується лише завдяки зору);
- послаблений контроль з боку контролюючих органів, відчуття безкарності за порушення правил дорожнього руху в темну пору доби;
- неналежний дизайн вулиць і застарілі стандарти міського планування і будівництва доріг;
- високе обмеження швидкості в населених пунктах – 60 км/год.

Висновки

Отже сформуємо можливі заходи для покращення ситуації:

- при плануванні і забудові міст перевагу слід надавати проектам, що передбачають меншу потребу у транспортуванні та менші ризики ДТП;
- необхідно підвищити якість будівництва, ремонту, утримання автомобільних доріг, вулиць і залізничних переїздів з метою організації на них безпечного руху;
- забезпечити пріоритетне фінансування створення належних умов безпеки руху в місцях концентрації ДТП, будівництва доріг та пішохідних переходів з перетином на різних рівнях;
- покращити видимість та освітлення пішохідних переходів, зупинок у населених пунктах, дорожніх знаків і розмітки;
- у проектах доріг передбачати лише узбіччя з твердим покриттям, зниження дозволеної швидкості руху в населених пунктах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Центр безпеки дорожнього руху та автоматизованих систем Державної автомобільної інспекції України, Аварійність на автошляхах України [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.sai.gov.ua/ua/people/5.htm (дата звернення 09.03.2017). – Назва з екрану.

2. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші.]. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.

3. Кужель В. П. Оцінка дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В. П. Кужель // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. – №41. – С. 91 – 95.

4. Кужель В. П. Теоретичні основи оптимізації функціонування автомобільних систем адаптивного освітлення / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, Ю. Ю. Кукурудзяк // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Міжвузівський збірник. Випуск №1(3) 2015. – Луцьк. – 2015. – С. 103 – 110.

5. Кужель В. П. Визначення дальності видимості тест-об'єктів на дорозі в темну пору доби при відсутності світла фар зустрічного транспортного засобу / В. П. Кужель, М. П. Поліщук. – Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машинобудування та транспорт – Севастополь, 2013. – № 143. – С. 92 – 95.

6. Кужель В. П. Зменшення невизначеності вихідних даних при автотехнічній експертизі ДТП в темну пору доби / В. П. Кужель. – Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія «Автомобіле- та тракторобудування». № 10 (1119), Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 107 – 114.

Кужель Володимир Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Kuzhel Volodimir P., Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

УДК 629.113

Ю.Ю Кукурудзяк[1]
А.В. Баран[1]

ДІАГНОСТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПУСКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

[1]Вінницький національний технічний університет

Анотація
Проаналізовані способи діагностування системи електричного пуску автомобільного двигуна. Наведені основні можливі несправності та їх причини.
Ключові слова: автомобіль, стартер, експлуатація, діагностування.

Abstract
Analyzed ways of diagnosting the electric starter motor. The basic problems and their possible causes.
Keywords: car, starter, operation, diagnostic.

Вступ

Надійність автомобіля в умовах експлуатації значною мірою залежить від справності приладів електроустаткування, які спричиняють близько 15 % несправностей автомобіля. До таких приладів також відноситься стартер, який є основною складовою системи пуску автомобіля. Підвищення терміну служби і надійності електроустаткування автомобіля – є метою дослідження. Так, надійність електроустаткування залежить не тільки від досконалості конструкції і технології виробництва, а й від якості ТО, яке охоплює контрольно-діагностичні, регулювальні та інші роботи, тому на це варто звернути особливу увагу.

Основна частина

Збільшення тривалості експлуатації системи електричного пуску двигуна можливе у разі вчасного виконання діагностування. Діагностують технічний стан системи пуску за допомогою спеціальних стендів і приладів - компактних, зручних для пересування, з високою точністю показань. При діагностуванні стартера автомобіля на стенді проводять цифрові вимірювання напруги, сили струму, потужності та опору без порушення цілісності вимірюваної схеми. Стенд даного типу дозволяє провести діагностування двигуна за допомогою осцилографа та іншими вбудованими засобами. За допомогою стенду перевіряють такі прямі (структурні) діагностичні параметри: потужність стартера; висоту щіток стартера; зазор між підшипниками стартера та їхніми посадочними місцями; якість передачі приводом стартера обертального моменту.

Технічне обслуговування елементів системи пуску виконують під час обслуговування як безпосередньо на автомобілях, так і в електротехнічних дільницях. Під час ТО автомобіля проводять миття, очищення від масла та пилу, зовнішній огляд, а також випробовують роботу стартера (взимку ще й приладів для полегшення пуску), комутаційної апаратури. Особливу увагу звертають на надійність кріплення деталей і з'єднання наконечників проводів із затискачами.

Найбільш прогресивним методом діагностики системи пуску є комп’ютерна діагностика, де використання ПК можливе сумісно з мотор-тестерами. Процес діагностування полягає у визначенні різних діагностичних параметрів і передачі їх у ПК для подальшого аналізу. Програмне забезпечення дозволяє обробити та проаналізувати отриману інформацію в зручному для користувача вигляді – графіків, діаграм, таблиць. Це дозволяє застосовувати принцип діалогового діагностування, який передбачає можливість вибору необхідної діагностичної інформації в процесі діагностування. Використання інформаційних технологій на базі ПК дає можливість застосувати сучасні методи діагностування на основі цифрової обробки сигналів. Першим кроком збору даних є зчитування аналогового сигналу з місць приєднання сенсорів. На рис. 1 показано схему підключення сенсорів.

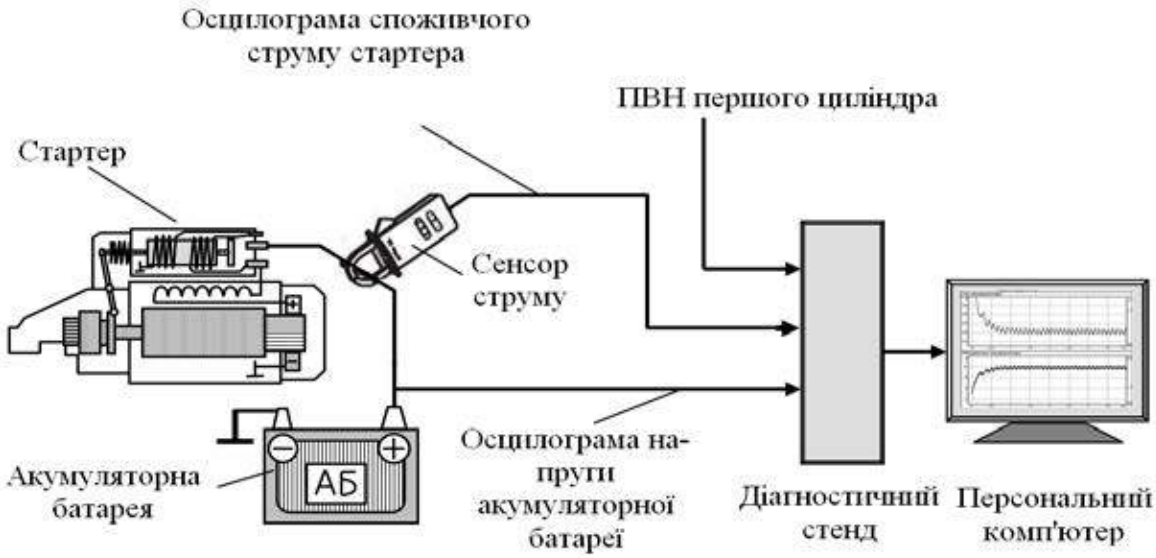


Рис. 1 – Схема підключення сенсорів для діагностування системи пуску

Для можливості подальшої апаратної обробки в діагностичний стенд повинен бути поданий аналоговий сигнал, що характеризує зміну електричної величини (як правило напруги) в часі.

Таким чином, в цифровий аналізатор поступає аналоговий сигнал. Вхідний фізичний сигнал являє собою безперервну функцію часу. Це функція однієї змінної, неперервна на всій числовій прямі, але має розривні похідні в точках екстремумів.

Першим етапом підготовки сигналу до його дослідження є процес дискретизації – перетворення аналогового сигналу в цифровий, тобто в послідовність чисел (вибірок), які надалі можуть бути передані в пам’ять ПК. Таким чином отримуються дані для подальшої обробки. За отриманими даними визначають справність елементів системи електричного пуску двигуна. Якщо визначена сила струму вище нормативної величини. то причиною цього може бути міжвиткове замикання в обмотці статора і якоря або замикання обмоток на масу. Якщо споживана сила струму нижче відповідної нормативної величин, то причиною може бути сильний знос щіток або зниження пружності їх пружин, зависання щіток в щіткотримачах, ослаблення кріплення обмотки статора, окислення і забруднення колектора, окислення або підгоряння контактних болтів втягуючого реле.

Типовою несправністю системи пуску є розряджена акумуляторна батарея. Причинами можуть бути: несправна генераторна установка, тривале живлення споживачів при непрацюючому двигуні, тривале прокручування колінчастого вала під час запуску двигуна. Якщо ж втрати електроенергії в стартері, то причинами можуть бути коротке замикання обмоток стартера або спрацювання втулок підшипників якоря стартера.

Висновки

З розвитком автомобілебудування значно вдосконалюються елементи електронного та електричного електрообладнання автомобіля, серед яких досить важливе місце займає – система електричного пуску двигуна. Таке удосконалення конструкції значною мірою підвищує якість робочих параметрів двигуна, покращує експлуатаційні показники автомобіля в цілому. Але, поряд з цим, виникає проблема в удосконаленні методів і засобів діагностування такого обладнання, в розробці нових підходів до визначення технічного стану його складових. Сучасна промисловість пропонує досить широкий спектр різноманітного діагностичного обладнання, яке базується на різних методах діагностики.

Найбільш прогресивними методами є методи, що базуються на застосуванні діагностичної моделі системи електричного пуску автомобільного двигуна. Суть такого підходу полягає у визначенні найбільш значимих діагностичних ознак (скороченні розмірності простору ознак), тобто є найбільш інформативними. Дослідження і проведення аналізу таких діагностичних параметрів дає інформацію про технічний стан всіх елементів системи електричного пуску автомобільного двигуна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кукурудзяк Ю. Ю. Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном : монографія / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Ребедайло. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 144 с.

Анастасія Василівна Баран - студентка групи 1АТ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

Науковий керівник: ***Кукурудзяк Юрій Юрійович -*** канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: uk34@ukr.net

Baran Anastasiia V. — faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University**.**

Supervisor: ***Kukurudzyak Yuri Y***., Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: : uk34@ukr.net

УДК 004.925.83

В. П. Кужель
А. Р. Юров

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Запропоновані можливості побудови та застосування графічних моделей конструювання форм кузова, а саме розглядається графічне моделювання автомобіля за чотирма основними виглядами: головний вигляд та вигляди зверху, зліва, ззаду.
Ключові слова: модель, ретопологія, двовимірні проекції, зображення, графічне моделювання.

Abstract
The graphic patterns design shapes the body of construction and application possibilities are proposed, and is considered a graphic simulation of the car the four main types: the main form and the views from the top, left behind.
Keywords: model, retopology, two-dimensional projection image, graphic modeling.

Вступ

Перевага використання 3D зображення полягає у тому, що можна переглянути безліч варіантів змін за невеликий проміжок часу, при цьому відсутні ризики помилки та непотрібних витрат. Проте на сьогоднішній день скановані моделі, одержані методом 3D сканування, не придатні для їх подальшого використання і обробки, тому потребують виконання процесу ретопології (рис. 1) – побудови моделі за поверхнею, отриманою за допомогою 3D сканера [1-2]. Проблем у цього методу вдосталь. По-перше, не завжди наявні креслення потрібного автомобіля. Для сучасних автомобілів креслення зазвичай є комерційною таємницею. По-друге, часто схеми та креслення бувають неякісні [3-5].

Тому метою роботи є дослідження можливостей побудови і застосування графічних моделей використовуючи підходи процесу ретопології.

Результати дослідження

Існуючі двовимірні проекції автомобіля Volkswagen Golf Variant наведені на рисунку 1.

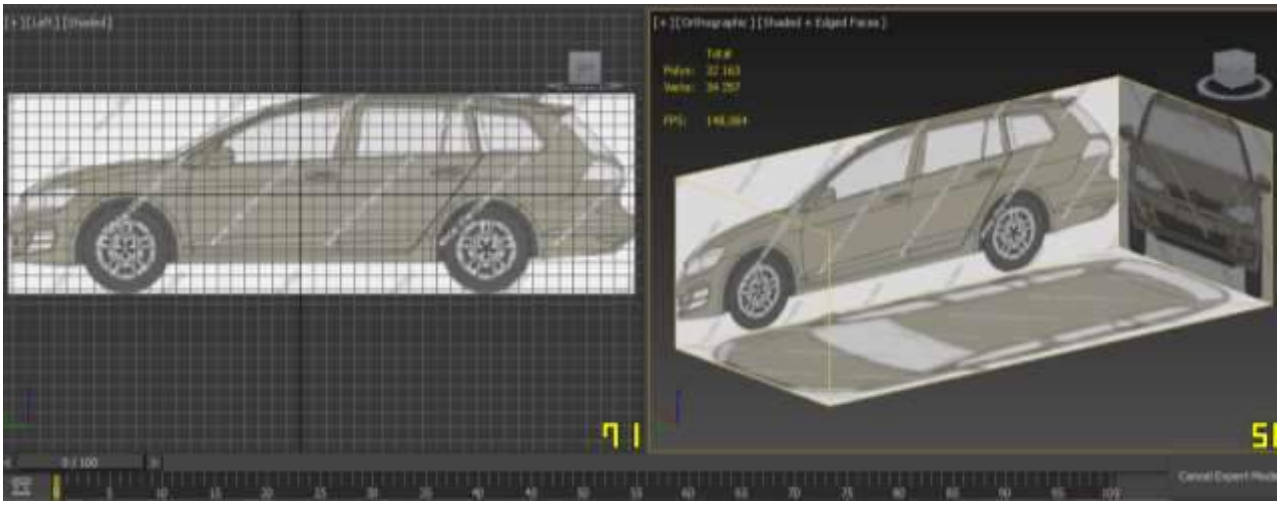
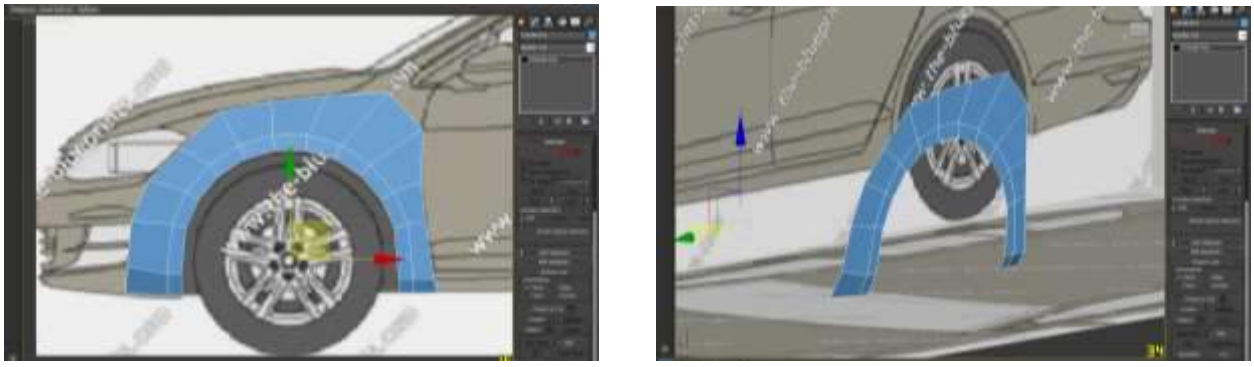


Рисунок 1. Двовимірні проекції автомобіля Volkswagen Golf Variant (2013)

Після аналізу головних проекцій схеми (рис. 1) починається будова моделі з примітивів (площина, циліндр, «бокс», тощо) [1-2]. В даному разі процес графічного моделювання тривимірної моделі починається з переднього крила автомобіля, а саме з колісної арки, яка задається у вигляді циліндра.

Далі після такої операції можна продовжувати будувати крило. З колісної арки видавлюються полігони (рис. 2, а), з яких будується крило (рис. 2, б). Полігони – це площини, що оточені точками, які об'єднані ребрами, і потім набувають плавні форми, тобто єдину поверхню. Їх можна бачити на попередніх фотографіях і схемах.

Якщо крило виходить плоске, то його слід підганяти за виглядами спереду і зверху (рис. 3, а, б). Деякі вигини неможливо визначити за кресленнями, тому вивчаються фотографії моделі, з яких видно, що на кресленні неможливо прочитати один вигин крила. Згладжування та надання плавних форм вигину крила (рис. 4, а, б) здійснюється за допомогою модифікатора «Smooth».

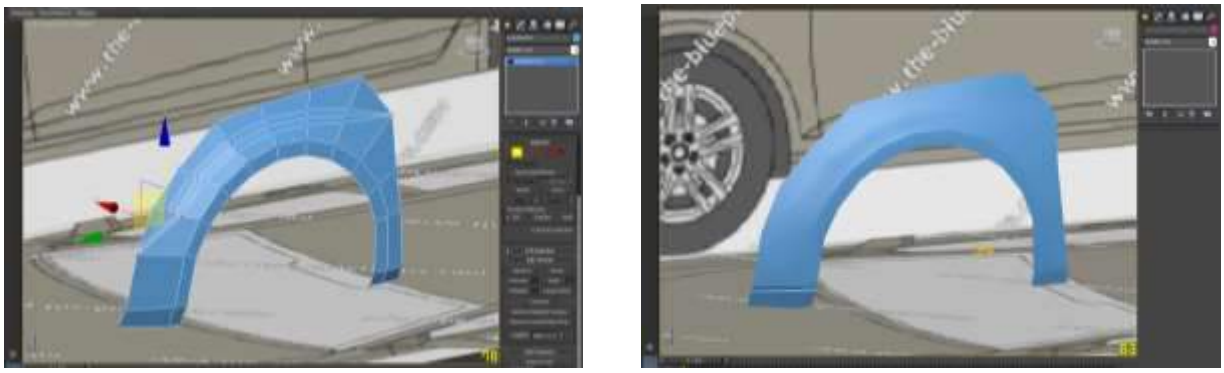


а) б)

Рисунок 2. Процес побудови крила автомобіля

а) б)

Рисунок 3. Моделювання об'ємної форми (моделі) крила



а) б)

Рисунок 4. Моделювання форми (моделі) крила

На підставі показаних процедур побудови окремих складових 3D моделі, здійснюється графічне моделювання всього кузова автомобіля.

Одержана 3D модель готового проекту показана на рис. 5.

Рисунок 5. Виконана графічна модель автомобіля моделі Volkswagen Golf Variant (2013)

Висновки

Дослідження в даному напрямку дають змогу створювати та віртуально модифікувати графічні моделі кузовів автомобілів, що дозволяє виконувати детальний аналіз проектів і вчасно вносити необхідні корективи, розглядати різні варіанти заощадивши при цьому час, сили та кошти. 3D візуалізація дозволяє відчути розміри простору, тонкощі дизайну, оцінити витонченість екстер'єрів та інтер'єрів. Вона розкриває споживачеві, і замовнику моделі абсолютно нові можливості – 3D візуалізацію об'єкту навіть задовго до того, як він буде створений фізично.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буда А.Г. Графічні моделі конструювання форм кузова автомобіля / А.Г. Буда, В.П. Кужель, А.Р. Юров // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – Випуск №1(5). – С. 32-37.

2. 3D Сканер [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-сканер (дата звернення 07.03.2017). – Назва з екрану.

3. Дж. Ли Трёхмерная графика и анимация / Дж. Ли, Б. Уэр. -М. : Вильямс, 2002, 2-е изд. – 640 с.

4. Юров А. Р. Візуалізація об'ємного рішення кузова легкового автомобіля / А. Р. Юров // Тези XLIV регіональної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співробітників та студентів університету з участю працівників наук.-досл. організацій та інж.-техн. працівників підприємств м. Вінниці та області (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2015. – Режим доступу: http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/.pdf)

5. Юров А. Р. Використання нових додатків CAD-системи для графічного моделювання кузова автомобіля / А. Р. Юров // Тези XLV регіональної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співробітників та студентів університету з участю працівників наук.-досл. організацій та інж.-техн. працівників підприємств м. Вінниці та області (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2016. – Режим доступу: http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2016/.pdf)

Юров Андрій Русланович – студент групи 1АТ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail streetking12@yandex.ua

Науковий керівник: ***Кужель Володимир Петрович***, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Yurov Andrew R. – student of 1AT-13b, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail streetking12@yandex.ua

Supervisor: ***Kuzhel Volodimir P.***, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

УДК 629.33:629.3.048.8

В. П. Кужель
А. В. Баран

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ЗАСТОСУВАННЯ ДІОДІВ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ ТА СВІТЛОВОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Наведено переваги та недоліки застосування діодів в системах освітлення та світлової сигналізації сучасних автомобілів.
Ключові слова: світлодіод, автомобільна фара, енергозбереження, адаптивна система освітлення.

Abstract
An advantages and disadvantages of LEDs in lighting systems and light-signaling them modern-cars.
Keywords: LED, headlight, energy saving, adaptive light.

Вступ

У відповідності з Правилами дорожнього руху України в темну пору доби водій має обирати допустиму швидкість руху в залежності від дальності видимості. Як правило в темну пору доби 70-80% часу автомобілі рухаються у вільному режимі (заміські дороги), тобто з ввімкненим дальнім світлом фар [1-2].

Таким чином, якщо врахувати, що водій практично отримує тільки зорову (97-99%) і слухову (1-3%) інформацію про оточуючу обстановку, то можна зробити висновок, що безпека руху автомобіля в темну пору доби напряму пов'язана з тим, що водій бачить під час руху. А на це в найбільшій степені впливає ефективність роботи фар автомобіля [2-4]. Тому задача вибору джерела світла фар є актуальною. На сьогоднішній день на більшості сучасних автомобілів стали з'являтися ксенонові фари. Вони володіють більшою освітленістю в порівнянні з галогенними лампами, але також не позбавлені суттєвих недоліків. На думку фахівців, ксенонові фари – є перехідним етапом на шляху до початку масового впровадження світлодіодних фар. Головним мінусом ксенонових фар є згубний спектр випромінювання, який негативним чином позначається на сітківці ока і може призвести до її пошкодження. Світлорозподіли ксенонових та світлодіодних фар наведені на рисунку 1.

Світлодіоди можуть працювати до 100 тис. годин, що фактично дорівнює середньому періоду експлуатації автомобіля, також світло, яке випромінюють світлодіоди, близьке до природнього денного, вони споживають менше енергії хоча на сьогоднішній день встановлюється тільки на автомобілях преміум-сегменту.

Основна частина

Наведемо недоліки попередніх конструкцій (системи, що мали керування напрямком і яскравістю світлового потоку) фар зі світлодіодами:

- передбачалось використання групи до 80 світлодіодів з персональною оптичною системою, кожен з яких висвітлює свій сегмент дороги, що призвело до складності самої системи і збільшення її габаритів;
- світлодіоди використовувались для створення постійного яскравого підсвічування, а для керованого розподілу світла служив РК-дисплей, який залежно від ситуації затінював необхідні сектори. (оскільки частина світла поглинається фільтром, таке рішення не може похвалитися економічністю. Те ж саме стосується і методу затінення за допомогою механічних масок).

Тому необхідні нові розробки, так як на даний час система освітлення сучасного автомобіля повинна бути багатофункціональною.

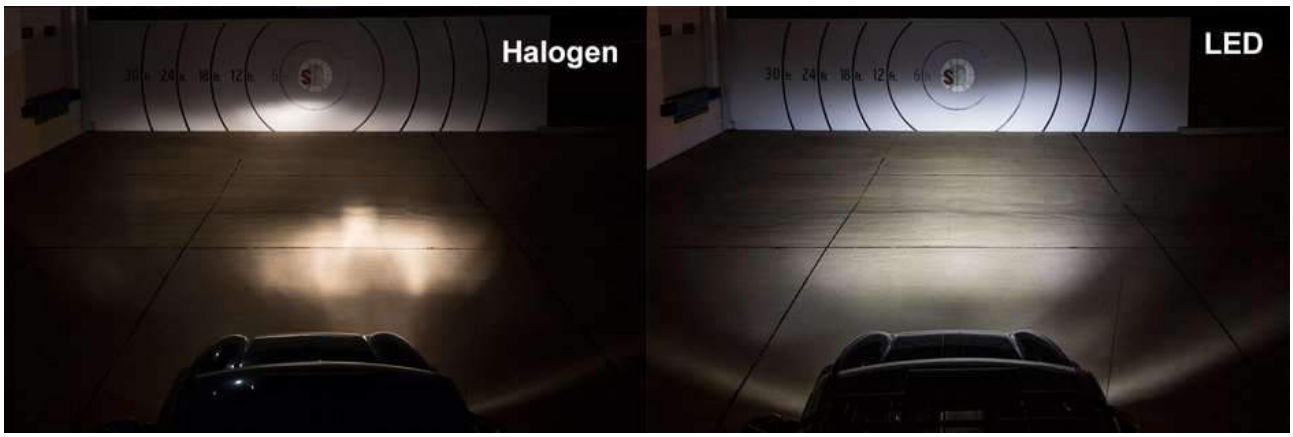


Рисунок 1. Світлорозподіли фар

Дослідники з Товариства Фраунгофера (Товариство сприяння прикладним дослідженням імені Франугофера, Німеччина) у співпраці з автовиробниками розробили систему освітлення з високою роздільною здатністю - більше ніж 1000 світлодіодних пікселів, що пропонує значно більше можливостей для точного розподілу світлового потоку, ніж у попередніх рішень.

Дослідники з Товариства Фраунгофера співпрацювали з компаніями Infineon, Osram, Hella і Daimler в складному проекті μAFS (micro-structured Adaptive Front-lighting System), щоб розвивати адаптивну передню систему освітлення - вдалося узгоджено з'єднати чотири світлодіодні плати, що мають 256 пікселів кожна, з контролером управління. Завдяки такій високій роздільній здатності є можливість направляти світло навіть на найменші деталі дорожньої обстановки. Запропонована фара дає перманентне дальнє світло, що менше засліплює інших водіїв і дозволяє легко змінювати розподіл відповідно до потреби залежно від напрямку дороги, зустрічного руху, а також відстані і розташування щодо інших водіїв. Включаються тільки пікселі, необхідні в даний момент. Зазвичай це тільки приблизно 30 відсотків повної доступної потужності всієї системи, таким чином, це ще й енергозберігаючі фари, оскільки світять тільки там, де це необхідно на проїжджій частині. Експерти з компанії IZM відповідали в проекті за встановлення взаємозв'язку між окремими пікселями фари і контролером управління, щоб була можливість незалежно направляти кожну світлову точку. При розмірах пікселя тільки 125 мікрон це нелегке завдання – розглядались два різні шляхи: у першому варіанті для чіпа використовується сплав золота з оловом. Це технологія добре відпрацьована і використовується в області оптоелектроніки. Однак необхідна структура сітки для світлодіодного чіпа з кроком у 15 мікрон раніше не досягалася. У другому підході дослідники працюють із золотою "нано-губкою". Проте маючи величезний потенціал і технічні характеристики, які набагато перевищують аналогічні в лампах розжарювання і ксенонових фарах, світлодіодні фари мають істотний недолік. На даному етапі розвитку фари на світлодіодах за своєю вартістю значно дорожче будь-яких серійних аналогів.

Висновки

Сформуємо переваги та недоліки світлодіодних фар. Переваги:

- довгий строк служби (вийти з ладу всі відразу світлодіоди не можуть і фара не може погаснути одномоментно від перегорання нитки лампи або виходу з ладу блоку розпалу, як на ксеноновому освітленні) - можуть працювати до 100 тис. годин, що фактично дорівнює середньому періоду експлуатації автомобіля;
- низьке енергоспоживання (завдяки низькому енергоспоживанні, такі лампи добре себе зарекомендували на транспортних засобах, акумулятори яких працюють на межах своїх можливостей);
- на світлодіодні лампи не впливає вплив вібрацій і вони не вийдуть з ладу в процесі експлуатації автомобіля, адже вони позбавлені елементів (ниток розжарювання) галогенних ламп, які можуть деформуватися або порватися;
- скло світлодіодної лампи ніколи не запотіває завдяки герметичній конструкції фари;

- можливість створення адаптивних систем освітлення для регулювання розподілу світла згідно з транспортною ситуацією – світлодіодні адаптивні фари освітлюють певні області необхідним чином і не засліплюють інших водіїв;
- малі габарити ламп і всієї системи освітлення в блок-фарі;
- світло світлодіодної лампи близьке до природнього денного – світлодіоди випромінюють рівне яскраве біле світло, яке дуже добре освітлює дорожнє покриття і не подразнює людське око;
- відсутність нагріву фари в експлуатації;
- стоп-сигнали і габаритні вогні на світлодіодах спрацьовують миттєво (нитка розжарення набирає свою потужність за 0,3 секунди, а світлодіод за 50 нано секунд, що для людського ока просто дорівнює нулю), наприклад на швидкості понад 100 км/год. така різниця може дати додаткові 5 м для маневрування або різкого гальмування;
- на відміну від ксенонових фар кустарної інтеграції, світлодіодні лампи дозволені до використання у всіх країнах.

Недоліки:
- висока вартість конструкції блок-фари;
- фара не обслуговуються, у випадку перегоряння, замінюється вся фара;
- складна конструкція блок-фари, яка вимагає додаткового охолодження;
- світлодіоди потребують власної системи керування світловим потоком, адже без адаптивного блоку керування світлодіодні фари будуть малоефективними;
- скло фари не нагрівається в експлуатації, тому бруд не висихає і потрібні додаткові омивачі для усунення бруду з поверхні фари.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші.]. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
2. Суворов Ю. Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза Судебно-экспертная оценка действий водите лей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП : Учеб. пособие / Ю. Б. Суворов. – М.: «Экзамен», «Право и закон», 2003. – 208 с.
3. Кужель В.П. Методика зменшення невизначеності в задачах авто технічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об’єктів в темну пору доби. Монографія / В.П. Кужель, А.А. Кашканов, В.А. Кашканов. ВНТУ, 2010. – 200 с.
4. Кужель В.П. Оцінка дальності видимості дорожніх об’єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В. П. Кужель // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. – №41. – С. 91–95.

Анастасія Василівна Баран - студентка групи 1АТ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: ***Володимир Петрович Кужель -*** канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: kuzhel2017@gmail.com

Baran Anastasiia V. - faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University**.**

Supervisor: ***Kuzhel Volodymyr P.*** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of chair car and transport management, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: kuzhel2017@gmail.com

УДК 656.13.072

В. В. Біліченко
С. В. Цимбал

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ М. ДНІПРО

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто проблеми виробничої системи пасажирських перевезень м. Дніпро та перспективи розвитку. Розроблені пропозиції по вдосконаленню пасажирських перевезень в м. Дніпро.
Ключові слова: виробнича система, пасажирські перевезення, маршрутна мережа.

Abstract
The problems of the production system of passenger traffic in the city Dnipro and prospects. Suggestions to improve passenger transport in the city Dnipro.
Keywords: production system, passenger transport, route network.

Вступ

Основним завданням кожного виду транспорту є задоволення потреб держави та населення в різних видах перевезень. До головних характеристик транспортного процесу входять: якість, собівартість, вартість та швидкість перевезень. Такі ж вимоги в повній мірі стосуються і до міських автобусних перевезень [1-3]. Пасажирський транспорт задовольняє різноманітні потреби населення в пересуванні, відіграє значну роль у житті мешканців міста. Якість перевезень впливає на психологічний та фізичний стан людей, продуктивність їх праці, відпочинок. Виходячи з цього, удосконалення організації автобусних перевезень має важливе народногосподарське та соціальне значення.

Результати дослідження

Сьогодні у місті Дніпро перевезення пасажирів здійснюється:
а) міським електротранспортом:
– 14 трамвайних маршрутів (загальна довжина 172 км);
– 17 тролейбусних маршрутів (довжина контактної мережі 550 км ;
б) автобусами:
– 132 маршрути в звичайному режимі руху та в режимі маршрутного таксі (загальна довжина понад 3000 км);
в) метрополітеном – 1 лінія (довжина 7,9 км; 6 станцій).
Щоденно на маршрути громадського транспорту виходять:
- 200 трамвайних вагонів (загальний парк вагонів складає 260 одиниць);
- 95 тролейбусів (загальний парк 130 машин);
- 1718 автобусів великої, середньої та малої пасажиромісткості.

При розвинутій мережі трамвайних колій та тролейбусних контактних ліній низька ефективність міського електротранспорту м. Дніпро що є наслідком технічного і морального старіння парка трамвайних вагонів і тролейбусів, його скороченням через відсутность достатнього оновлення, погіршення технічного стану трамвайних колій. А також нераціональної організації роботи деяких служб КП «Дніпропетровський електротранспорт» та значне дублювання маршрутів електротранспорту автобусними маршрутами.

Містом у 2010 - 2013 роках в Німеччині було придбано 78 трамвайних вагонів, що були у експлуатації, але з врахуванням списання старих вагонів більш ранніх років виготовлення, це не вирішило проблему розширення трамвайного парку.

У 2015-2016 роках містом було придбано 11 нових тролейбусів МАЗ-ЮМЗ. До кінця 2017 року

планується придбати ще 8 таких тролейбусів та 2 тролейбуси з автономним ходом, але при роботі діючої маршрутної мережі це покриває додаткову потребу в тролейбусах лише на 11%. Через малу чисельность тролейбусного парку та велику територію міста тролейбусів майже не видно на міських вулицях.

Керівництвом міста з метою забезпечення привабливості міського електротранспорту вартість проїзду в трамваях і тролейбусах утримується на рівні 1,5 грн., що значно нижче ніж у автобусах і маршрутних таксі, де вартість проїзду складає 5-6 грн. Але в умовах постійного підвищення вартості електроенергії, запчастин, витратних матеріалів, та підвищення рівня мінімальної заробітної плати такий низький тариф суттєво погіршує економічний стан підприємства міського електротранспорту та негативно впливає на технічний стан його інфраструктури.

Протягом останніх п'яти років в міському бюджеті кошти для проведення ремонту трамвайних колій не передбачались.

В місті створена розвинута мережа автобусних маршрутів загального користування, значна частина яких невиправдано дублює маршрути міського електротранспорту. Як показує досвід ці маршрути створювались стихійно під тиском громади. Кількість рухомого складу на цих маршрутах явно завищена, про що свідчить велика кількість автобусів в містах відстою на кінцевих зупинках.

У 2013 році в місті Дніпро була спроба проведення вивчення попиту населення на пасажирські перевезення (обстеження пасажиропотоків), але воно було проведено не в повному обсязі, а саме вивчено лише один оберт одного транспортного засобу на маршруті, що не дозволяє об'єктивно оцінити пасажиропотік на маршрутах в цілому, завантаження перегонів та пасажирообіг зупинок. На основі таких даних неможливо провести розрахунки та розробити рекомендації з вдосконалення організації перевезення пасажирів у місті. Для вирішення цієї задачі необхідно провести вивчення попиту населення на перевезення по кожному маршруту як електротранспорту так і автомобільного пасажирського міського транспорту провести необхідні розрахунки їх аналіз та націй основі розробити відповідні рекомендації.

Мають місце факти роботи приватних автобусних перевізників без укладання відповідних договорів із міською радою на маршрутах, яких немає в маршрутній мережі міста, та які вони самі собі вигадали. Сьогодні в місті працюють таких чотири автобусних маршрути, які також дублюють електротранспорт.

Висновки

З метою удосконалення пасажирських перевезень в м. Дніпро пропонується:

1. Провести обстеження пасажиропотоків на усіх маршрутах громадського пасажирського транспорту міста, для чого у відповідності чинному законодавству залучити організацію, яка має досвід у виконанні цього комплексу робіт.

2. На підставі отриманих результатів розробити проект нової мережі маршрутів міського пасажирського транспорту, при цьому повністю ліквідувати невиправдане дублювання маршрутів міського електротранспорту приватними автобусними перевізниками.

3. Скласти план впровадження нової маршрутної мережі громадського пасажирського транспорту міста, в якому передбачити підготовчі заходи (затвердження нової маршрутної мережі, інформування мешканців міста та інш.), заходи початку роботи нової маршрутної мережі (припинення роботи існуючих маршрутів, початок роботи нових маршрутів) та заходи контролю за ії роботою (моніторинг роботи нової мережі, аналіз скарг і пропозицій від мешканців міста, коригування кількості та типу рухомого складу, коригування шляху проходження маршрутів, контроль та вжиття заходів по недопущенню роботи нелегальних автомобільних перевізників у місті).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник /В.У. Ренкин, П. Клафи, С. Халберт и др.; перевод с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

2. Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спирин И.В. Оптимизация городских автобусных перевозок. - М.: Транспорт, 1985.- 102 с.

3. Артемьев С.П. Автомобильные перевозки пассажиров. – М.: Высшая школа, 1972.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko v@mail.ru;

Цимбал Сергій Володимирович, – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of car and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Tsymbal Sergiy V. – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

УДК 656.13.072

В. В. Біліченко
О. В. Харчук
В. С. Грех

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МІСЬКОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто фактори, що впливають на систему міського пасажирського транспорту. Вивчені вимоги, які ставляться до маршрутної мережі міського пасажирського транспорту з транспортної точки зору. Сформовані основні типи маршрутів маршрутної мережі.

Ключові слова: маршрутна мережа, пасажирський транспорт, маршрут руху, комфорт перевезень.

Abstract

The factors that affect the system of public passenger transport. Lessons requirements which relate to the route network of public passenger transport from the transport point of view. Formed main types of routes route network.

Keywords: route network, passenger transport, route, transport comfort.

Вступ

Система міського пасажирського транспорту є динамічною та здатною до саморозвитку. Для удосконалення в цілому її функціонування потрібно розглядати сукупний вплив факторів різного характеру (технічні, економічні, соціальні, природні), оцінюючи їх роль та значимість за допомогою відповідних кількісних критеріїв.

Результати дослідження

Проведений аналіз літературних джерел [1-3] виявив існування різних підходів до встановлення локальних і глобальних показників ефективності цієї складної системи. У результаті аналізу відомої нам вітчизняної та зарубіжної літератури встановлено, що для підвищення ефективності експлуатації рухомого складу різного типу в ринкових умовах, за наявності жорсткої конкуренції між муніципальним та приватним транспортом, необхідно значно покращити поточну організацію роботи автобусного парку та оперативне управління ним на лінії. Попередньо мають чітко визначатися існуючі реально пасажиропотоки в місті, бо саме на таких чисельних даних більш достовірно будуть встановлені засоби їх регулювання, вибрано типи, кількість та раціональні форми руху автобусів. Підвищення якості автобусного сполучення, поруч із загальним удосконаленням пасажирських перевезень у різних містах, в умовах виходу із економічної кризи та переходу України від планової до ринкової економіки, є актуальною задачею. Вона потребує нових наукових досліджень та обґрунтованого комплексу заходів для поліпшення всього технологічного процесу перевезень. Впровадженими заходами має досягатися ефективне використання місткості автобусів, а також оптимізація розмірів і структури рухомого складу для різних автотранспортних підприємств. Більш значна увага в нових дослідженнях має приділятися розробкам, спрямованим на задоволення вимог екологічної безпеки міст з тим, щоб знизити шкідливі викиди автобусів, покращити організацію їх роботи на маршрутах міста.

Система міських пасажирських перевезень має бути спрямована на те, щоб із скороченням соціальних, економічних та екологічних витрат задовольняти існуючі пасажиропотоки у просторі й часі.

При формуванні маршрутної мережі доцільно виходити з наступного.

З транспортної точки зору, до маршрутної мережі міського пасажирського транспорту ставляться такі основні вимоги. Вона повинна:

– відповідати пасажиропотоку по напрямках і забезпечувати такий розподіл його по мережі, що обумовлює прямолінійність поїздок, безпересадочність, мінімальний транспортний час і повну відповідність інтенсивності руху пропускній спроможності всіх ділянок транспортної мережі;

– бути оптимально координованою у просторі та часі по зовнішніх зв'язках з системою приміського і міжміського транспорту всіх типів та в зв'язках маршрутів всередині окремих видів міського пасажирського транспорту;

– бути гнучкою і не вимагати великих капітальних та експлуатаційних витрат, пов'язаних з її коригуванням і оптимізацією при територіальному розвитку міста, при закритті або відкритті нових підприємств, торгових центрів і інших діях, що викликають зміни пасажиропотоків;

– забезпечувати максимально рівномірний розподіл пасажиропотоку по довжині маршрутів і в часі та саморегулювання розподілу пасажиропотоків для маршрутів, районів руху і виду транспорту;

– забезпечувати реалізацію максимальної розрахункової і експлуатаційної швидкості рухомого складу, можливість її підвищення за рахунок реорганізації руху: переведення маршрутів на режим експресного руху, гнучкого регулювання за допомогою засобів сучасної обчислювальної техніки та проведення інших заходів вдосконалення системи міського пасажирського транспорту;

– дозволяти оптимізацію за критерієм мінімуму загальних витрат транспортного часу населення в пересуваннях, тобто забезпечувати найменший коефіцієнт непрямолінійності поїздок, мінімальний інтервал між поїздками, максимальну швидкість сполучення.

Маршрутна мережа міського пасажирського транспорту формується з таких типів маршрутів:

- магістральні (основні) маршрути, які з'єднують великі пасажироутворюючі пункти зі сталим пасажиропотоком і проходять по вулично-дорожній мережі міста, що дозволяє безперешкодний рух транспортних засобів великої пасажиромісткості. Ці маршрути створюються, якщо пасажиропотік на них (обсяг перевезень пасажирів) є сталим і його величина, встановлена згідно з методикою вивчення попиту населення на пасажирські перевезення, дозволяє використовувати автобуси великої або середньої місткості з забезпеченням рекомендованих інтервалів руху. Найбільш доцільно застосовувати на цих маршрутах звичайний та експресний режими руху, автобуси великої та середньої місткості;
- допоміжні (підвізні) маршрути – основним призначенням яких є перевезення пасажирів від пасажироутворюючих пунктів до магістральних (основних) маршрутів та маршрутів електротранспорту з метою забезпечення зручного пересування пасажирів транспортною мережею міста. Ці маршрути в більшості випадків призначені для з'єднання районів з малою щільністю населення, переважно приватної забудови, з основними маршрутами. На них доцільно застосовувати звичайний режим руху, автобуси великої та середньої місткості;
- місцеві маршрути – перевезення пасажирів в межах окремих районів міста. Найбільш ефективним для них є режим маршрутного таксі, автобуси середньої місткості та мікроавтобуси.

Оскільки електротранспорт є найбільш екологічним і безпечним, то на напрямках перевезень пасажирів, де є маршрути трамваїв і/або тролейбусів, в першу чергу, необхідно враховувати їх можливості з урахуванням поповнення та оновлення рухомого складу.

На автобусних маршрутах за наявності достатнього пасажиропотоку необхідно передбачати використання автобусів великої та середньої пасажиромісткості, оскільки це дозволяє зменшити шкідливі викиди в атмосферу і кількість рухомого складу на дорогах міста, що, в свою чергу, буде сприяти зменшенню заторів і аварійності на дорогах.

При визначенні режимів руху автобусів – звичайний режим, експресний режим, режим маршрутного таксі доцільно передбачати, у випадку наявності достатнього пасажиропотоку, звичайний режим руху та автобуси великої та середньої пасажиромісткості, призначені для внутрішньоміських перевезень.

На маршрутах, що працюють у звичайному режимі руху, необхідно передбачати облаштування зупинок у місцях, що забезпечують зручність під час пересадки з одного виду міського транспорту або маршруту на інший, по можливості після перехресть, для зменшення простою автобусів і збільшення експлуатаційної швидкості.

Використання режиму руху маршрутного таксі доцільно за умови незначних обсягів перевезень, відсутності сталого пасажиропотоку, як правило, в районах приватної забудови.

Зупинки маршрутних транспортних засобів повинні мати зручний підхід, в тому числі для людей з обмеженими можливостями, бути облаштованими накриттям та місцями для сидіння, інформаційними матеріалами для пасажирів.

При організації перевезень пасажирів необхідно враховувати недоцільність руху приміських автобусів по місту. Виходячи з цього, необхідно облаштувати автовокзали (автостанції) на основних в'їздах до міста та організувати маршрути, що забезпечать доставку пасажирів до місць призначення.

Для забезпечення комфортності перевезень пасажирів інтервал руху на маршрутах не повинен перевищувати, в більшості випадків, 12 хв.

Висновки

В результаті реалізації положень концепції розвитку маршрутної мережі міста очікується отримання таких результатів:

- підвищення якості та комфортності перевезень пасажирів в місті;
- збільшення обсягу перевезень муніципальним електро- та за наявності автотранспортом;
- підвищення соціальної та економічної ефективності діяльності муніципального електротранспорту;
- зменшення кількості автомобільних транспортних засобів, задіяних на пасажирських перевезеннях, що зменшить завантаження вулично-дорожньої мережі міста;
- підвищення безпеки та культури перевезень;
- покращення екологічного стану, особливо центру міста;
- створення позитивних умов для подальшої оптимізації руху всіх видів транспорту в місті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Донченко В.В. К вопросу о разработке и реализации единой государственной политики в области организации дорожного движения / Донченко В.В., Кунин Ю.И., Казьмин Д.М. // Транспортная безопасность и технологии (журнал-каталог).– 2007. – № 3.– С. 25–37.

2. Якимов М.Р. Транспортные системы крупных городов. Анализ режимов работы на примере города Перми / Якимов М.Р.– Пермь: Изд- во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 184 с.

3. Пугачёв И.Н. Проблемы модернизации транспортных систем городов / Пугачёв И.Н. / Транспортное строительство. – 2008. – № 8. – С. 5 – 9.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Харчук Олександр Володимирович — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kharchuk0311@gmail.com.

Грех Володимир Сергійович — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: volodimir.grekh@mail.ru.

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Kharchuk Alexander V. — student group 1AT-16m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : kharchuk0311@gmail.com.

Grekh Volodymyr S. — student group 1AT-16m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : volodimir.grekh@mail.ru.

УДК 656.13.072

В. В. Біліченко
Р. С. Лановий
Б. О. Петрук

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В М. ДНІПРО

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто організацію пасажирських перевезень в місті Дніпро, а саме на трамвайних, тролейбусних та автобусних маршрутах. Визначено переваги перевезення пасажирів автобусами в звичайному режимі руху у порівнянні з режимом маршрутного таксі.

Ключові слова: пасажирські перевезення, автобус, трамвай, тролейбус, маршрутне таксі.

Abstract

We consider the organization of passenger transport in the Dnieper, namely the tram, trolleybus and bus routes. Advantages passenger buses in normal traffic compared to the regime taxi.

Keywords: passenger transport, bus, tram, trolley, taxi.

Вступ

Пасажирський транспорт відіграє значну роль у житті мешканців міста, оскільки задовольняє потреби населення в пересуванні. Удосконалення організації автобусних перевезень має важливе народногосподарське та соціальне значення [1]. Пасажирські автобусні перевезення на маршрутах загального користування є зручними і безпечними для пасажирів. Сьогодні у місті Дніпро перевезення пасажирів здійснюється метрополітеном, тролейбусами, трамваями, автобусами в загальному режимі руху та режимі маршрутного таксі.

Результати дослідження

Основні параметри системи наземного пасажирського транспорту міста Дніпро наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Загальні дані транспортної мережі

Показник	Значення
Загальна кількість маршрутів	**161**
- тролейбус	17
- трамвай	14
- автобус	7
- маршрутне таксі	123
Загальна протяжність маршрутів, км	**2089,62**
- тролейбус	135,79
- трамвай	123,85
- автобус	111,21
- маршрутне таксі	1718,21
Площа міста, км^2	**405,00**
- центральна частина	60,75
- середня частина	101,25
- периферійна частина	243,00
Загальна протяжність вулиць (орієнтовна), км	**1235,60**
- центральна частина	345,97
- середня частина	370,68
- периферійна частина	518,95

Довжина лінії метрополітену є незначною і складає 7,9 км і нараховує всього 6 станцій, які розташовані тільки в центральній частині міста і не поєднують між собою основні пасажироутворюючі центри міста. Навіть за умови добудови ще двох станцій, що передбачено планом розвитку, хоча і покращить ситуацію, але не буде мати визначального впливу на систему пасажирських перевезень в цілому.

Схема трамвайних, тролейбусних та автобусних маршрутів міста Дніпро наведена на рис. 1-3.

Рисунок 1 – Схема трамвайних маршрутів міста Дніпро

Рисунок 2 – Схема тролейбусних маршрутів міста Дніпро

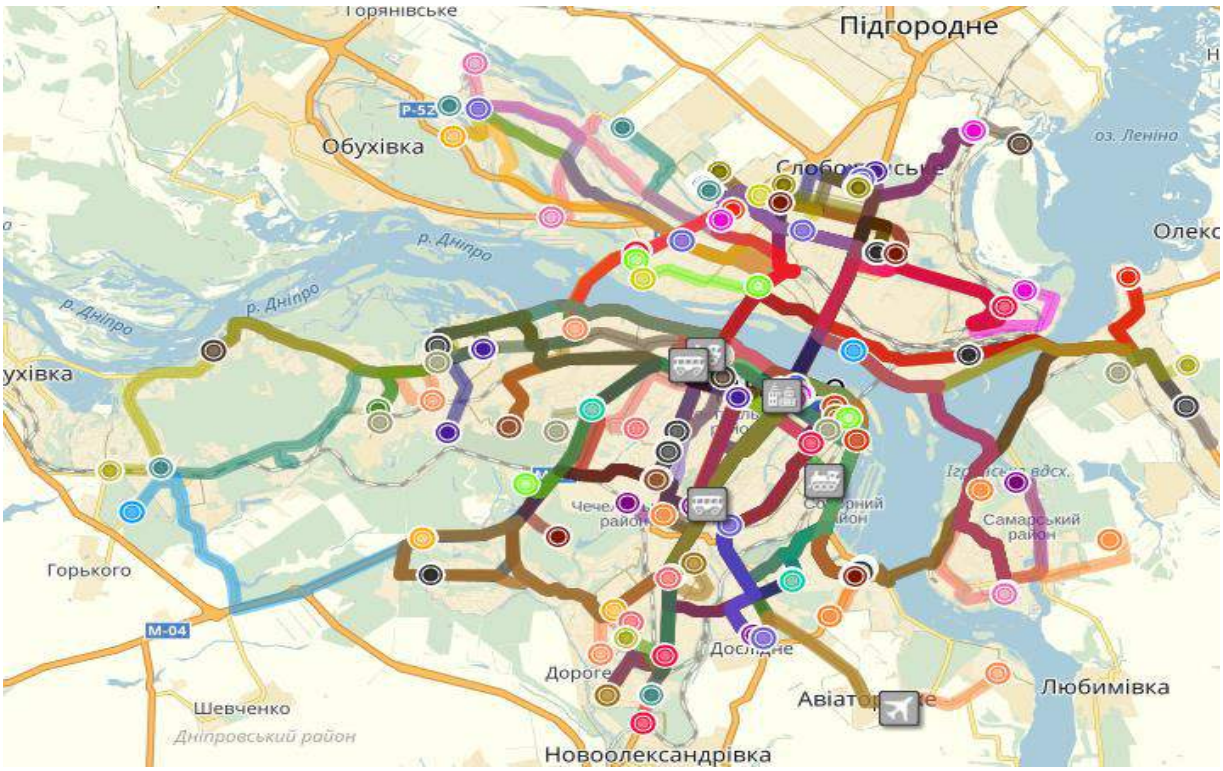


Рисунок 3 – Схема автобусних маршрутів міста Дніпро

Щоденно на маршрути громадського транспорту виходять: 119 трамвайних вагонів (загальний парк вагонів складає 260 одиниць); 90 тролейбусів (загальний парк – 130 машин); 1681 автобус великої, середньої та малої пасажиромісткості.

На основі аналізу маршрутних схем електротранспорту можна зробити висновок, що вони є досить розвинутими і охоплюють значну частину міста, забезпечують зв'язок периферійної частини з центром. Разом з цим кількість транспортних засобів на окремих маршрутах електротранспорту є дуже малою (1-3 одиниці), що обумовлює великі інтервали руху і як наслідок зменшує привабливість маршрутів для пасажирів.

При розвинутій мережі трамвайних колій та тролейбусних контактних ліній ефективність роботи міського електротранспорту м. Дніпро є досить низькою. Це обумовлено технічним і моральним старінням парку трамвайних вагонів і тролейбусів, його постійним скороченням через відсутність достатнього оновлення та погіршенням технічного стану трамвайних колій та контактної мережі, а також нераціональною організацією роботи деяких служб КП «Дніпропетровський електротранспорт» та значним дублюванням маршрутів електротранспорту автобусними маршрутами.

В місті створена розвинута мережа автобусних маршрутів, значна частина яких невиправдано дублює маршрути міського електротранспорту. Як показує досвід, ці маршрути створювались стихійно під тиском громади та перевізників. Кількість рухомого складу на цих маршрутах у багатьох випадках завищена, про що свідчить велика кількість автобусів в містах відстою на кінцевих зупинках.

Мають місце факти роботи приватних автобусних перевізників без укладання відповідних договорів із міською радою на маршрутах, яких немає в маршрутній мережі міста, та які вони самі собі вигадали. Сьогодні в місті працюють чотири таких автобусних маршрути, які також дублюють електротранспорт

Як показали результати обстеження, абсолютна більшість пасажирів перевозиться автомобільним транспортом. Це з урахуванням того, що значна частина автобусів, які використовуються на маршрутах, мають малу (40 %) та середню (25 %) пасажиромісткість, що призводить до значного перевантаження вулично-дорожньої мережі цими автобусами та значного забруднення повітря відпрацьованими газами. Наглядно одна з проблем, що утворюються на дорожній мережі при великій кількості автобусів малої пасажиромісткості, які в середовищі пасажирів отримали назву «маршрутка», наведена на рис. 4. Крім того, слід зазначити, що кількість транспортних засобів на кінцевих зупинках автобу-

сних маршрутів, навіть в години пік, як правило є достньо великою, що свідчить про завищену кількість транспортних засобів на маршрутах.

Рисунок 4 – Проблеми, що створюють автобуси малої місткості на зупинках

Для вдосконалення організації перевезень попередньо необхідно визначити існуючі реально пасажиропотоки в місті. Саме на таких чисельних даних можуть бути встановлені засоби їх регулювання, вибрано типи, кількість та раціональні режими руху рухомого складу. Це все надає інформацію необхідну для вдосконалення маршрутної мережі.

Висновки

Проведений аналіз виявив існування різних підходів до встановлення локальних і глобальних показників ефективності цієї складної системи. У результаті аналізу встановлено, що для підвищення ефективності експлуатації рухомого складу різного типу в ринкових умовах, за наявності жорсткої конкуренції між муніципальним та приватним транспортом, необхідно значно покращити поточну організацію роботи автобусного парку та оперативне управління ним на лінії. Попередньо мають чітко визначатися існуючі реально пасажиропотоки в місті, бо саме на таких чисельних даних більш достовірно будуть встановлені засоби їх регулювання, вибрано типи, кількість та раціональні форми руху автобусів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурєнніков Ю.А. Стан та перспективи розвитку маршрутної мережі пасажирських перевезень (на прикладі м. Вінниці) / Ю.А. Бурєнніков, В.В. Біліченко, Ю.Ю. Бурєнніков, С.В. Цимбал // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: збірник тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції, Вінниця, 24-26 жовтня 2011 р. – Вінниця, 2011. – С. 20.

2. Наказ Міністерства інфраструктури України про затвердження порядку і умов організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом від 15 липня 2013 р. № 480 (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства інфраструктури № 278 від 16.08.2016).

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko v@mail.ru;

Лановий Роман Сергійович – аспірант кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: atm-vntu@ukr.net

Петрук Богдан Олександрович — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bod.pet1994@gmail.com.

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Lanoviy Roman S. – graduate student of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:

Petruk Bohdan O. — student group 1AT-16m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : bod.pet1994@gmail.com

УДК 656.081

С. В. Цимбал
М. С. Білик

АНАЛІЗ ДОХОДІВ ВІД ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ РІЗНИМИ ВИДАМИ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто співвідношення перевезених пасажирів комунальним транспортом міста та маршрутними таксі, а також доходи від перевезення, які отримують власники маршрутів та комунальне підприємство.
Ключові слова: міський комунальний транспорт, маршрутні таксі, пасажирські перевезення.

Abstract
We consider the ratio of passengers and public transport city bus, as well as income from transportation, which are the owners of routes and utilities.
Keywords: urban public transport, taxis, passenger services.

Вступ

Формування сучасної маршрутної мережі пасажирського транспорту в українських містах відбувалося на основі, закладеної в радянську епоху, коли концепція містобудування була побудована на пріоритетному розвитку масового пасажирського транспорту, а дублювання маршрутів припускалося лише для підвищення надійності роботи транспорту.

Тенденції розвитку маршрутної мережі пасажирського транспорту за роки незалежності мають спільний характер для всіх українських міст, різниця між ними полягає лише в реалізації цих тенденцій в місцевих умовах конкретного міста. Спільність тенденцій зумовлена проведенням в Україні загальнодержавної політики переведення учасників транспортного процесу на ринкові взаємовідносини, приватизацію абсолютної більшості автотранспортних підприємств та фінансової привабливості роботи на міських маршрутах.

Результати дослідження

Наслідки цієї політики характерні для більшості міст України. Істотно скоротилися обсяги перевезень пасажирів тролейбусами, трамваями та автобусами у звичайному режимі руху, практично весь обсяг автобусних перевезень здійснюється автобусами малої пасажиромісткості та мікроавтобусами, які належать різним приватним перевізникам. Значна частина маршрутів в режимі маршрутного таксі дублює маршрути електротранспорту. Це призводить до зменшення пасажиропотоку на міському транспорті.

Автобуси в режимі маршрутного таксі на сьогоднішній день рухаються в основному по головних дорогах, що викликає велике їх завантаження та виникнення заторів. Істотною проблемою є відсутність взаємодії, узгодженості руху між міськими і приміськими транспортними засобами.

Дослідження мережі м. Вінниці, яке проводилось перед впровадження транспортної реформи показало, що міським електротранспортом і автобусами в загальному режимі руху, кількість яких складає 27 % від загальної, перевозилось 282 тис. пасажирів, що складало 63 % від загальної їх кількості.

Це свідчило про актуальність подальшого розвитку перевезень комунальним транспортом (тролейбусами, трамваями, автобусами великої місткості), оскільки в разі його зникнення перевезення пасажирів в місті маршрутними таксі навряд чи можливе в необхідних обсягах. Окрім того муніципальним транспортом в повному обсязі перевозяться пільгові категорії пасажирів, в той час як маршрутними таксі ці категорії практично не перевозяться.

Це призводить до того, що фінансовий голод, який відчувають муніципальні підприємства міст ще більше посилюється через те, що маршрутні таксі перетягують на себе платоспроможну частину пасажирів, що підтверджується результатами, які були отримані.

Нами було розглянуто розподіл пасажирів між видами транспорту на деяких напрямках перевезень. Наприклад, в напрямку Хмельницьке шосе – Залізничний вокзал працювали маршрут трамваю № 4 і маршрут № 34 в режимі маршрутного таксі.

Якщо розглянути кількість перевезених пасажирів в розрізі видів транспорту, то ми отримаємо картину, представлену на рис. 1, з якої видно, що близько двох третин пасажирів перевозиться трамваєм в усі інтервали часу.

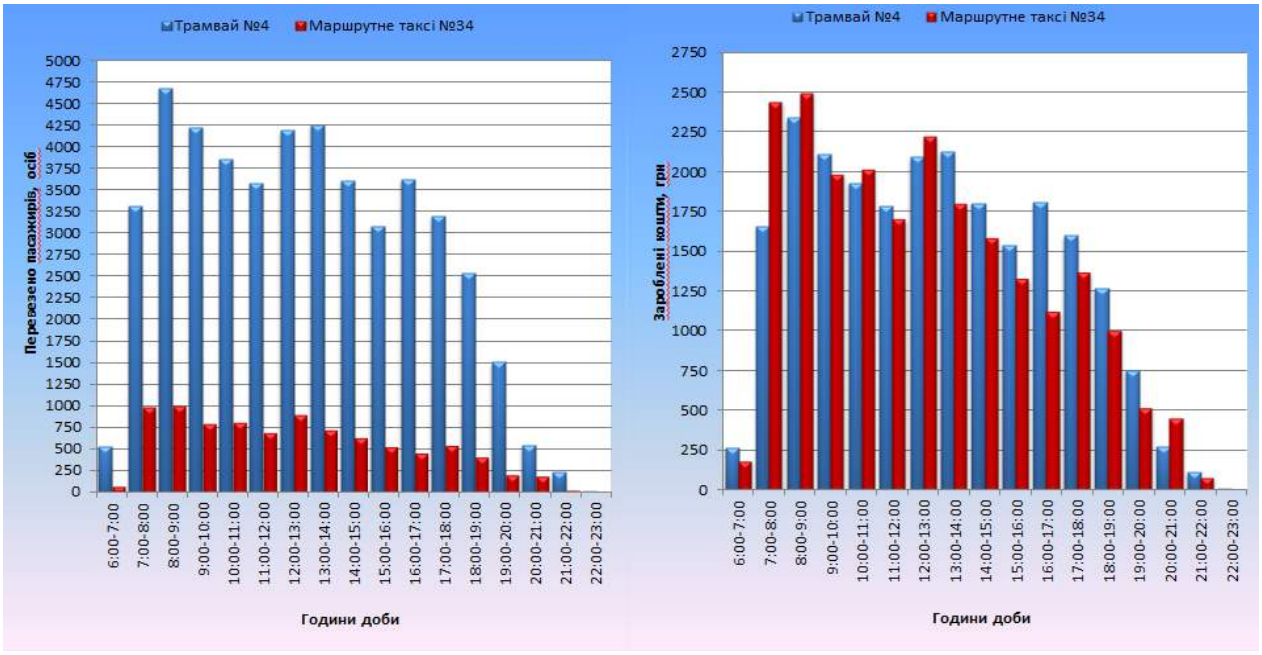


Рисунок 1 – Пасажиропотік та прибуток трамвая № 4 і маршрутного таксі на напрямку Барське шосе – Зал. Вокзал

Якщо ж побудувати цю залежність в вартісному вимірі з урахуванням вартості проїзду і перевезень пільгових категорій пасажирів, то отримаємо залежність, з якої видно, що доходи від перевезень, які отримані комунальним підприємством і власниками маршруту № 34, є практично однаковими.

Схожа картина спостерігалась і на напрямку Вишенька – Залізничний вокзал (рис. 2).

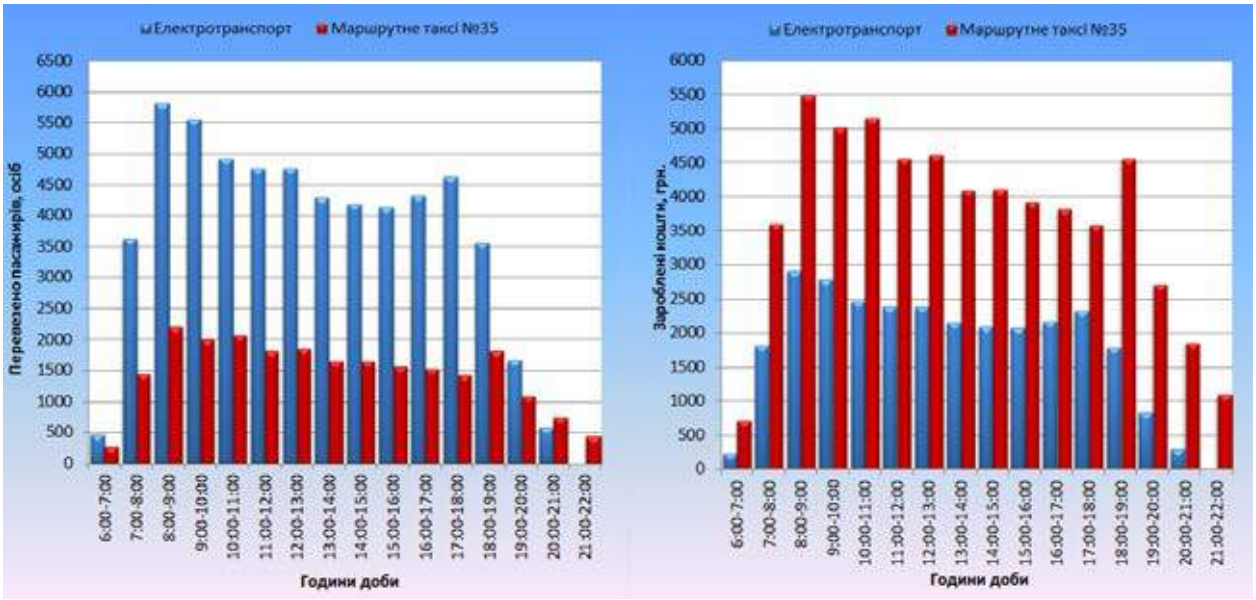


Рисунок 2 – Пасажиропотік та прибуток електротранспорту і маршрутного таксі на напрямку Вишенька – Залізничний вокзал

На цьому напрямку працювали тролейбус № 5, трамвай № 6 і маршрутне таксі № 35. Якщо розглянути обсяги перевезень електротранспортом і маршрутним таксі, то можна побачити, що обсяги перевезень електротранспортом вищі, ніж у 2 рази. У вартісному виразі картина прямо протилежна.

Однією із задач проведеної транспортної реформи у м. Вінниці було забрати дублювання маршрутними таксі магістральних маршрутів на яких працює комунальний пасажирський транспорт, за умови збільшення на цих маршрутах кількості комунального транспорту, який зміг задовільнити повністю попит на перевезення пасажирів. В результаті прибутки від перевезення на магістральних маршрутах міста отримало комунальне підприємство, що в свою чергу дозволило розвивати матеріально-технічну базу підприємства та ремонтувати і модернізувати рухомий склад.

Висновки

Отже можна зробити висновок, що вирішення задачі маршрутизації займає головне місце в організації роботи мережі пасажирського транспорту загального користування, тому що створює базу на основі якої приймаються інші, більш детальні рішення, що стосуються роботи міського транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Амоша О.І. Європейський досвід забезпечення ефективного функціонування підприємств міського пасажирського транспорту / О.І. Амоша, О.С. Філіппова // Економіка будівництва і міського господарства. – 2010. – № 4. – Т. 6. – С. 179–189.

2. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов : [учебное пособие] / Э.А. Сафронов. – М. : АСВ, 2005. – 272 с.

3. White BooN Transport. Roadmap to A Single European Transport Area – Towards A Competitive And Resource Efficient Transport Syst [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://www. transport-uNraine.eu/node/56 (дата звернення 01.03.2017). – Назва з екрана

Цимбал Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Білик Максим Сергійович — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mysegagames@gmail.com.

Tsymbal Sergiy V., – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Bilyk Maksym S. — student group 1AT-16m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : mysegagames@gmail.com.

УДК 656.051

С. В. Цимбал
А. Ю. Базиль

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦІ МИКОЛИ ОВОДОВА ТА ВУЛИЦІ КНЯЗІВ КОРІАТОВИЧІВ У М. ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто режим роботи перехрестя вулиці Миколи Оводова та вулиці Князів Коріатовичів, а також проїзд по вулиці Пушкіна. Запропоновано рекомендації щодо організації роботи світлофорів та руху на розглянутому перехресті. Проаналізовано режим роботи перехрестя після зміни організації руху на перехресті.

Ключові слова: перехрестя, світлофор, порядок проїзду, односторонній рух, пропускна спроможність.

Abstract

Considered operation streets Nicholas Ovodova and Princes Koriatovich Street, and travel on Pushkin Street. Rec*ommendations on the organization of traffic lights and traffic on the considered intersection. Analysis intersection mode after the change of traffic at the intersection.*

Keywords: intersection, traffic lights, order fare, one-way traffic, capacity.

Вступ

Створення безпечних умов дорожнього руху є одним із пріоритетних завдань внутрішньої політики України. Воно полягає в розробленні та реалізації комплексу правових, соціальних, економічних, технологічних, технічних та інших заходів, спрямованих на зниження рівня та попередження дорожньо-транспортного травматизму, збереження життя та здоров'я постраждалих у ДТП, зниження шкідливого впливу автотранспорту на довкілля. Необхідне співвідношення між ними (стан дорожнього руху) визначається співвідношенням дорожніх умов і транспортних потоків, що складається під впливом обмежень вулично-дорожньої мережі та погодних умов.

Результати дослідження

Пропускна здатність залежить від великої кількості факторів: дорожніх умов (ширини проїзної частини, поздовжнього ухилу, радіусу кривих в плані, відстані видимості і ін.), Складу потоку автомобілів, наявності засобів регулювання, погодно-кліматичних умов, можливості маневрування автомобілів по ширині проїзної частини, психофізіологічних особливостей водіїв і конструкції автомобілів. Зміна з цих факторів призводить до суттєвих коливань пропускної здатності протягом доби, місяця, сезону і року. При частому розташуванні перешкод на дорозі відбуваються значні коливання швидкості, що призводять до появи великої кількості автомобілів, що рухаються в групах, а також зниження середньої швидкості всього потоку.

Режим руху потоку автомобілів при наявності на його шляху світлофорів залежить від тривалості сигналів, що дозволяють або забороняють рух. Відомо, що пропускна здатність смуги залежить від щільності і швидкості потоку. На регульованому пересіченні світлофор розділяє потоки на окремі частини, які в результаті введення заборонного сигналу в русі максимально ущільнюються. Час, що затрачається на ущільнення потоку, використовується для пропуску автомобілів на прилеглій вулиці або пішоходів.

Ефективність використання сигналів світлофорного циклу залежить головним чином від двох показників: частки тривалості сигналу, що дозволяє рух від загальної тривалості циклу та інтенсивності руху. Занадто мала тривалість циклу приводить до зменшення пропускної здатності смуги руху, оскільки тривалість розривів між пачками автомобілів недостатня для їх ущільнення, а занадто велика тривалість циклу, хоч і збільшує ефективність роботи світлофорів, проте приводить до значного рос-

ту транспортних затрат.

Перехрестя вулиці Миколи Оводова та вулиці Князів Коріатовичів складне тим, що вулиця Миколи Оводова веде на один з трьох мостів у місті через річку Південний Буг, а вулиця Князів Коріатовичів є насиченою, як одна з трьох вулиць, що проходять паралельно через центр міста. В результаті на цьому перехресті завжди ускладнений проїзд. Окрім того при повороті з вулиці Князів Коріатовичів на вулицю Пушкіна створюється затор через високу інтенсивність зустрічного транспорту. Нами було вивчено режим руху на цих вулицях і встановлено наступні показники інтенсивності руху, які наведені на рис.1.

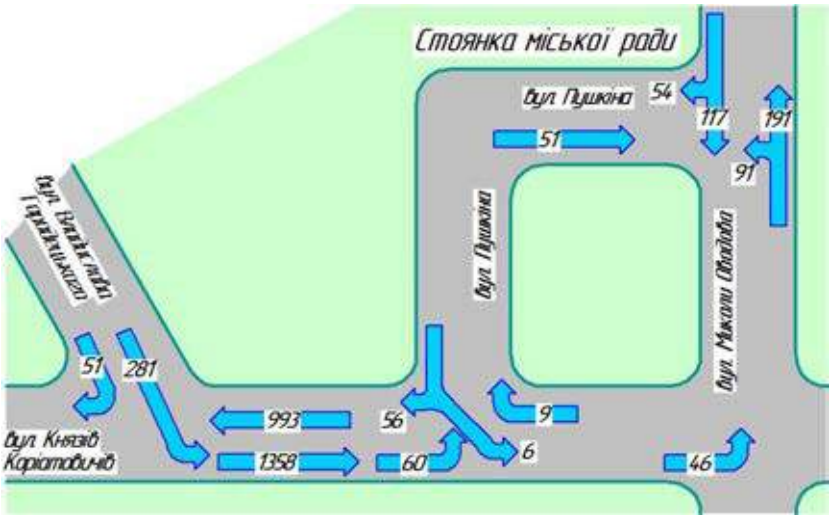


Рис. 1 - Середня інтенсивність транспортного потоку за годину в ранковий «пік» до введення запропонованих змін

Проаналізувавши інтенсивність транспортного потоку та складність повороту на вулицю Пушкіна було запропоновано по вулиці Пушкіна запровадити односторонній режим руху, а при виїзді на вулицю Князів Коріатовичів дозволити повертати тільки праворуч. А для полегшення повороту з вулиці Князів Коріатовичів на вулицю Миколи Оводова наліво до міської ради було рекомендовано змінити режим роботи світлофору.

Після введення розроблених рекомендацій в дію нами була вивчена інтенсивність руху на цьому перехресті повторно (рис. 2).

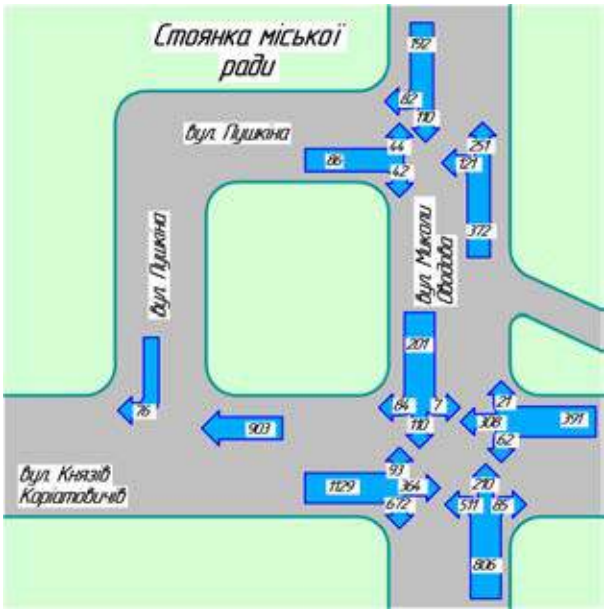


Рис. 2 - Середня інтенсивність транспортного потоку за годину в ранковий «пік» після введення запропонованих змін

Висновки

Отже запропоновані зміни організації руху на перехресті вулиці Миколи Оводова та вулиці Князів Коріатовичів, а також проїзду транспортних засобів по вулиці Пушкіна дозволили зменшити затори та збільшити швидкість проїзду транспортних засобів і знизити рівень аварійності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вікович І.А. Організація дорожнього руху / Вікович І.А., Жук М.М., Ройко Ю.Я. - Л.: «НУ «Львівська політехніка», 2006. – 272 с.

2. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения / Клинковштейн Г.И. – М.: Транспорт. 1997. – 148 с.

Цимбал Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Базиль Андрій Юрійович — студент групи 2АТ-15мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: unic01@ukr.net.

Tsymbal Sergiy V., – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Basile Andrey Y. — student group 2AT-15ms, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : unic01@ukr.net.

УДК 629.1

В.В. Біліченко
С.С. Коробов

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ УПРАВЛІННЯМ ЇХ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Існуюча система ТО і ремонту сформувалася в основному в 50 - 60-і роки минулого століття і стала для того часу прогресивною формою підтримки працездатності рухомого складу. Формування структури системи технічного обслуговування (ТО) і ремонту визначалося сталим рівнем надійності і якості виготовлення автомобілів, умовами експлуатації рухомого складу, цілями, поставленими перед автомобільним транспортом і його підсистемою - технічною експлуатацією, наявними ресурсами і організаційно-технічними обмеженнями.

Ключові слова: підвищення ефективності, експлуатація автобуса, технічний стан.

Abstract

The existing system and repair formed mainly in the 50 - 60 years of the last century and became the then progressive form of disability support rolling stock. Formation of structure of maintenance and the repair was determined stable level of reliability and manufacturing quality cars, rolling stock operating conditions, the objectives assigned to the road and its subsystem - technical operation, available resources, organizational and technical constraints.

Keywords: efficiency, operation of bus technical condition.

Вступ

За останні роки відбулися істотні зміни в технології виготовлення і конструкції автомобілів, підвищився рівень їх надійності і якості за рахунок застосування сучасних технічних рішень і нових матеріалів, використання електроніки, загального підвищення технічного рівня виробництва. Змінилися й умови комерційної експлуатації рухомого складу, умови і методи організації перевезень вантажів та пасажирів [1].

На думку провідних вчених (М.Я. Говорущенко, В.М. Варфоломєєв, І.М. Арінін, В.В. Рудзінський, А.М. Туренко, В.П. Волков, А.Т. Лебедєв, О.П. Кравченко, О.В. Козаченко та інші) для підвищення ефективності використання ресурсу транспортних засобів (ТЗ) необхідно розробляти нові методи та засоби для ТО і Р, що дозволять. Крім того, згідно з роботами О.С. Полянського і В.Г. Кухтова виникає необхідність прогнозувати та забезпечувати заданий рівень технічного стану агрегатів ТЗ.

Головною метою є створення гнучкої системи управління технічним станом з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля.

Результати дослідження

Питання підвищення ефективності експлуатації є особливо актуальним для міських автобусів оскільки якість транспортного обслуговування пасажирів забезпечення зручного доступу до місць роботи, сфери обслуговування, до освітніх та культурних закладів і, зрештою, до місць проживання людей – це завдання номер один для транспортної мережі міста. З цієї точки зору ефективне функціонування міського транспорту має не тільки економічне, а також і велике соціальне значення.

Вирішення загальної проблеми щодо ефективної експлуатації міських автобусів потребує єдиного підходу до їх обслуговування за фактичним технічним станом. Важливим є те, що на основі встановлення нових залежностей зміни технічного стану агрегатів міських автобусів від пробігу необхідно розробити новий підхід до управління їх ресурсом шляхом корегування періодичності ТО, що рекомендовані виробниками, з урахуванням фактичних умов експлуатації. Це дасть змогу

збільшити їх добові пробіги, забезпечити безпеку руху, зменшити простої та собівартість перевезень. Це є актуальним завданням для розвитку транспортної галузі України.

Аналіз експлуатації міських автобусів щодо перевезень пасажирів в місті Вінниця області показав досить низьку ефективність їх використання – позапланові простої автобусів в То та Р на 15-20% перевищують нормативні. Однією з основних причин такої ситуації є недосконаліть існуючої системи технічної експлуатації .

Умови експлуатації міських автобусів носять випадковий характер і мають імовірнісні характеристики дорожніх умов, швидкості руху, кількості перевезених пасажирів, режиму руху. Навіть при усуненні дії випадкових факторів розсіювання значень наробітку різних автобусів однієї вибірки виявляється помітним .

В процесі експлуатації міських автобусів їх вузли і агрегати піддаються постійному впливу широкого спектру факторів, які по-різному відображаються на їхньому технічному стані.

Фактори, що впливають на зміну технічного стану, можна розділити на групи: конструктивно-виробничі, що визначають початкову якість ТЗ, і експлуатаційні фактори, що визначають зміну технічного стану в процесі експлуатації. До першої групи відносяться: вибір схемних і конструктивних рішень; вибір елементів і матеріалів; технологія виготовлення деталей та вузлів, складання і випробування автомобілів; якість виробництва, характеристики поточного і вихідного контролю.

До другої групи належать експлуатаційні фактори, які можуть бути як суб'єктивними, так і об'єктивними. Суб'єктивні фактори пов'язані з впливом обслуговуючого персоналу і можуть сприяти як підвищенню, так і зниженню надійності проведених робіт з технічного обслуговування і ремонту. До них відносяться: вибір правильних режимів експлуатації автомобілів, їх ТО і Р, кваліфікація обслуговуючого персоналу і якість його роботи (рис. 1).

Рисунок 1.1 – Фактори, що впливають на зміну технічного стану автомобілів

Висновки

Тому створення гнучкої системи управління технічним станом міських автобусів з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля є особливо важливим завданням. Тим більше, що той рівень засобів діагностики якого досягли сучасні транспортні підприємства дозволяє реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможи, С.А. Ширяев. М.: Телеком, 2006. – 448 с..

Біліченко Віктор Вікторович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Коробов Сергій Сергійович — аспірант, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dabl-s@ukr.net

Bilichenko V.V. - PhD, Professor, Head of cars and tra-nsportnoho management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Sergey Korobov - graduate student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dabl-s@ukr.net

УДК 629.3.083

Ю.Ю. Кукурудзяк
В.О. Василяка

ДІАГНОСТУВАННЯ ФОРСУНОК БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Проаналізовані методи проведення діагностики технічного стану форсунок безпосереднього впорскування бензину.
Ключові слова: двигун, діагностування, форсунка, бензин.

Abstract
Analyzed ways of diagnosing technical state injectors of direct injection of gasoline.
Keywords: engine, diagnostics, injector, gasoline.

Вступ

Система безпосереднього впорскування палива є найсучаснішою системою впорскування палива бензинових двигунів. В основу роботи системи покладено впорскування палива безпосередньо в камеру згорання двигуна. Основним елементом даної системи є форсунки високого тиску.

Форсунки повинні забезпечувати гарне розпорошення палива в короткий проміжок часу і в потрібний для даного процесу сумішоутворення. При пошаровому сумішоутворенні паливо повинно впорскуватися переважно в зону свічки запалювання, а при роботі двигуна на гомогенній стехіометричній чи бідній суміші паливо, що впорскується повинно розподілятися рівномірно по всьому об'єму камери згоряння.

Несправності форсунок спричиняють зниження потужності, збільшення витрати палива та збільшення шкідливих викидів в атмосферу. Тому метою роботи є дослідження можливих способів визначення технічного стану форсунок [2].

Результати дослідження

Діагностика форсунок може проводитися мотор-тестером або сканером.

Мотор-тестер – це прилад, що дозволяє зчитувати інформацію про стан двигуна в реальному часі. Показання надходять на тестер не з блоку управління двигуна, а безпосередньо з датчиків чи виконавчих пристроїв. Мотор-тестер може надавати інформацію безпосередньо або може бути підключений до комп’ютера і перебувати в загальній системі діагностики [1].

Ефективність роботи форсунки можна оцінити за абсолютними значеннями напруги з використанням осцилографа. Вона полягає у порівнянні реальної осцилограми зчитаної з двигуна із еталонною.

Для зчитування осцилограми необхідно при зупиненому двигуні приєднати сенсори до проводів живлення однієї форсунки та запустити двигун. Діагностика форсунки за осцилограмою напруги дає можливість визначити правильність процесу керування форсункою, але не дозволяє точно визначити справність механічної частини форсунки [3].

Також за допомогою мотор-тестера можна перевірити форсунки за падінням тиску в паливній рампі. Суть методу діагностування форсунок за падінням тиску в паливній рампі полягає у визначенні відносного падіння тиску в паливній рампі при спрацюванні кожної форсунки.

Чим більше падає тиск, тим більше палива впорснула форсунка. Сигнал падіння тиску зчитується із датчика тиску, який приєднується до регулятора тиску палива в паливопроводі. Паралельно із цим сигналом зчитується осцилограма керуючого сигналу форсунки.

На рисунку 1 видно, що падіння тиску в паливній рампі найменше коли впорскує форсунка 2 циліндра. Це свідчить про те що вона може бути забрудненою. Цей метод також дозволяє виявити дисбаланс роботи форсунок [1].

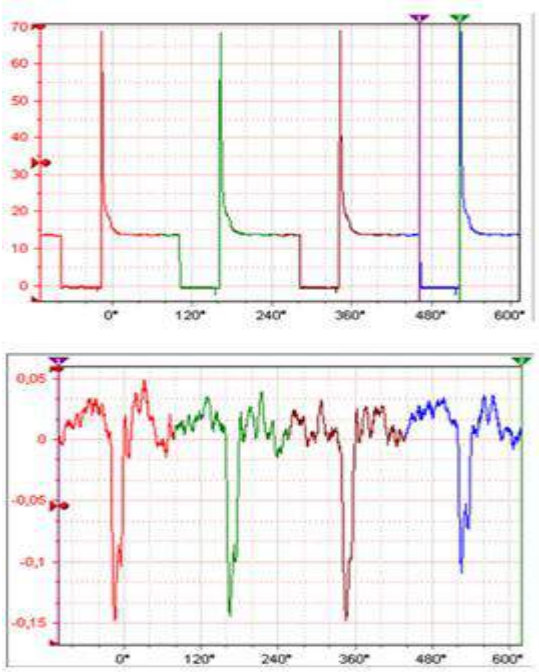


Рисунок 1 - Діагностика форсунок за падінням тиску в паливній рампі

Сканер – цифровий пристрій, здатний зчитувати інформацію з електронного блока керування, що надходить на цей блок з різних датчиків. Крім цього він дає інформацію про помилки, які з'являлися в системі і надходили до електронного блоку керування в процесі самодіагностики автомобіля. Але потрібно розуміти, що відомості, отримані ЕБК, не завжди збігаються з реальним станом різних параметрів [2].

За допомогою сканера можна отримати відомості про певні несправності форсунок в процесі експлуатації автомобіля. Для цього сканер приєднують до ЕБК через діагностичний роз'єм та зчитують коди несправностей:

- код P0201 – збій в ланцюгу живлення форсунки;
- код P0261 – коротке замикання на масу форсунки;
- код P0262 – коротке замикання на плюс форсунки;
- код P0263 – відхилення кількості палива, що впорскується в циліндр:
- код P1010 – обрив ланцюга живлення форсунки.

Відповідно до значень кодів несправностей роблять висновки про справність форсунок [1].

Висновки

Дані методи діагностики добре доповнюю один одного та дають змогу отримати інформацію про технічний стан форсунок безпосереднього впорскування не знімаючи їх з двигуна та низьку затрату часу на виконання діагностування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л., Крещенецький, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 118 с.

2. Кукурудзяк Ю. Ю. Електричне та електронне обладнання автомобілів : лабораторний практикум / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. А. Кашканов, В. Й. Зелінський – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 110 с.

3. Кучер В. П. Диагностика японских автомобилей / Кучер В. П. – Москва .: Легион – Автодата, 2004. – 176 с.

Кукурудзяк Юрій Юрійович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: uk34@ukr.net

Василяка Валентин Олександрович – студент групи 2АТ-15мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: valintin2009@mail.ru

Kukurudziak Yuri Y., Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: uk34@ukr.net

Vasyliaka Valentyn A. – student of 2AT-15сп, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: valintin2009@mail.ru

Назва англ. DIAGNOSTICS INJECTORS OF GASOLINE DIRECT INJECTION

УДК 62-843.4

С.М. Севостьянов
Я.В. Слизькоухий
М.С. Ліснюк

ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЗІ ЗМІННИМ ОБ'ЄМОМ РОБОЧОЇ КАМЕРИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Досліджено перспективи та передумови вдосконалення двигунів внутрішнього згорання.
Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, змінний об'єм, робоча камера, конструктивні параметри, адаптивна реакція.

Abstract
Prospects and preconditions for improving internal combustion engines.
Keywords: internal combustion engine, variable volume, working chamber, the design parameters, adaptive response.

У наш час широко використовуються автомобілі та автомобільний транспорт. Вони заполонили наш життєвий простір і ми приділяємо частку свого життєвого часу для них, не залежно чи є ми користувачами чи власниками.

Саме головне у автомобілі – це двигун. Тому на сьогоднішній час виготовляють тягові агрегати з різним об'ємом і різної потужності для задоволення потреб споживача та його вимог до експлуатаційних характеристик. Але під час роботи двигуна на різних режимах він розвиває різну потужність, що не завжди є необхідним. Крім того, відсутні конструктивні можливості автоматичного регулювання їх потужності при зміні навантаження, що також є необхідністю вдосконалення серійних двигунів.

За останні роки є досягнення у вдосконаленні двигунів: підвищена питома потужність та зменшено витрату палива.

Передумовами вдосконалення двигунів є:

- адаптація режимів роботи двигуна при зміні навантаження;
- мобільне керування газорозподіленням при зміні режиму роботи двигуна;
- адаптивна реакція на подачу палива в залежності від зміни навантажень на двигун в заданому діапазоні часу;
- максимально можлива підтримка мінімальних розкидів параметрів двигуна;
- регенерація тепла відпрацьованих газів та збільшення загальної потужності двигуна;
- скорочення споживання палива на одиницю потужності;
- зниження обсягу викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Питанням двигунів з змінною камерою згорання займаються багато науковців та академічних установ. З метою економії палива потрібно розробити двигун зі змінною величиною робочого об'єму.

Така конструкція двигуна дозволяє зменшити витрати палива на режимах, коли не використовується його максимальна потужність. Ці режими актуальні під час роботи автомобіля в міському циклі. Ступінь стискування є важливим параметром двигунів внутрішнього згорання, оскільки сильно впливає на його економічність і потужність.

Зміна робочого об'єму двигуна під час його роботи можлива за рахунок використання пристрою безступінчастої зміни ступеня стиску (рис. 1).

Система працює наступним чином.

Перед пуском двигуна допоміжний поршень 7 під дією пружини 1 знаходиться в нижньому положенні, що відповідає максимальному ступеню стиснення.Порожнини 9 і 11 заповнені маслом, шліци 6 допоміжного поршня знаходяться в зачепленні з нижньою частиною шліців направляючої проставки 5. Після пуску двигуна підвищується середній ефективний тиск в циліндрі 15 і тиск масла

в порожнині 11. При перевищенні ним зусилля пружини прямого клапана останній відкривається і перепускає частину масла з порожнини 11 в порожнину 9, а допоміжний поршень з форсункою 13 під дією тиску газів у камері згоряння переміщується вгору, збільшуючи об'єм камери згоряння і знижуючи ступінь стиснення.

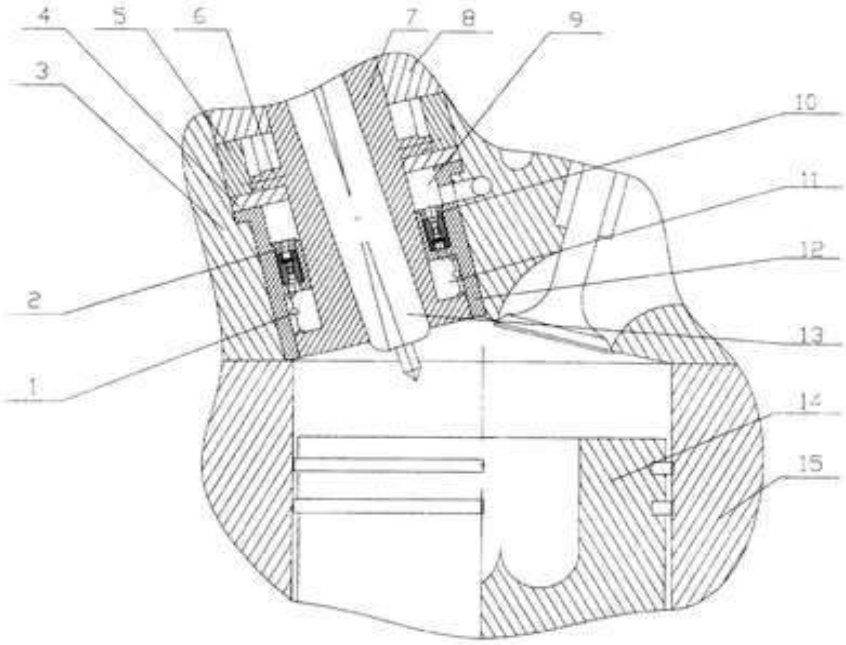


Рисунок 1 – Пристрій безступінчастої зміни ступеня стиску

При цьому шліци допоміжного поршня 7 переміщаються по прямолінійній частині шліців направляючої проставки 5. При подальшому переміщенні допоміжного поршня 7 його шліци входять в зону похилої частини шліців направляючої проставки 5, змушуючи допоміжний поршень спільно з форсункою повертатися навколо своєї осі. При цьому в силу нерівномірності тиску газів в циліндрі двигуна допоміжний поршень 7 здійснює спільно з форсункою зворотно-обертальні коливання (коливання), що сприятливо позначається на якості розподілу палива в об'ємі камери згоряння, подальшому сумішоутворення і робочому процесі в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автомобильный справочник Bosch. Перевод с англ. Первое русское издание. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с.

Севостьянов Сергій Миколайович, асистент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sev-sn@ukr.net;

Слизькоухий Я.В. — студент групи 2АТ-15мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Ліснюк М.С. — студент групи 2АТ-15мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Sevost'yanov Sergey M., Ph.D., assistant of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: sev-sn@ukr.net;

Slyzkouhyy Y.V. — student group 2AT-15ms, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Lisnyuk M.S. — student group 2AT-15ms, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 338.47:338.33:656.13

В. О. Огневий[1]

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ЗМІН НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано методику визначення оптимальної стратегії трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту.

Ключові слова: трансформаційні зміни, стратегія, автотранспортне підприємство.

Abstract

Methodology of determination of optimal strategy of transformation changes is offered on the enterprises of motor transport.

Keywords: transformation changes, strategy, motor transport company.

Вступ

Проблемам трансформаційних процесів на транспортних підприємствах приділяється велика увага. На момент переходу до ринкових відносин на вітчизняних автотранспортних підприємствах не відбувалися ніякі трансформаційні зміни, тому вони виявилися абсолютно непідготовленими до принципово нових для них умов господарювання. Це пояснюється тим, що дослідження трансформаційних процесів на підприємствах залишається об'єктом дискусій, як у створенні єдиного понятійного апарату, так і у питаннях визначення оптимальної стратегії трансформаційних змін.

Основна частина

Перехід до ринкових умов господарювання привів до глибоких змін структури і технології виробництва, управління підприємствами, попиту і пропозиції на товари і послуги, що в остаточному результаті призвело до важкого фінансово-економічного стану більшості АТП. Як правило, рентабельність їх діяльності досить низька, що спричиняє загрозу банкрутства.

В ситуації, що склалася, успішна діяльність автотранспортного підприємства на ринку багато в чому залежить від обґрунтованих трансформаційних змін та їх реалізації. Ретельно розроблена стратегія та вдало впроваджений варіант її реалізації дозволяють зайняти сильну ринкову позицію, незважаючи на непередбачені зміни зовнішнього середовища, потужну конкуренцію та внутрішні проблеми.

Щоб сформувати успішну стратегію трансформаційних змін, яка приведе до розвитку, підприємству необхідно точно знати склад і послідовність її розробки. На даний час існують різні варіанти формування стратегій трансформаційних змін, але більшість з них носить загальний характер, який базується на власному практичному досвіді та досвіді окремих підприємств і не враховує особливості діяльності підприємств автомобільного транспорту.

Варто відзначити, що впровадження трансформаційних змін часто вимагає досить великої кількості інвестиційних ресурсів. Таким чином, побудова стратегії трансформаційних змін перш за все пов'язана з реалізованістю та ефективністю заходів з досягнення цілей стратегії. Тому визначення стратегій майбутніх змін та оцінювання варіантів їх реалізації повинно здійснюватися в одному загальному контексті щодо досягнення цілей підприємства. Тобто, яким би сам по собі значущим не був варіант трансформаційних змін, він виступає одним із засобів реалізації стратегії, яка, в свою чергу, вказує на те, як підприємство досягне бачення, місії, цілей та завдань, які воно визначило для себе, і якими, відповідно, керується в своїй роботі.

Варто відмітити, що стратегія розробляється на кілька років і в процесі реалізації та експлуатації піддається контролю та коригуванню.

Методика трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту базується на аналізі виробничо-фінансової діяльності досліджуваного підприємства і підприємств-конкурентів та даних про стан ринку транспортних послуг, на основі яких ведеться пошук пріоритетних напрямів майбутніх змін. Аналіз даного напряму стає основою пошуку перспективних стратегій. Вибір перспективних стратегій трансформації та розробка відповідних варіантів їх реалізації проводиться на основі даних економіко-математичного моделювання діяльності підприємства при їх реалізації. Суть економіко-математичного моделювання полягає у прогнозуванні діяльності підприємства при реалізації варіанта (портфеля) трансформаційних змін, а результатом – обгрунтована стратегія, з цілями та завданнями, що стоять перед підприємством, та розроблений план заходів з досягнення цих цілей та завдань.

Основні проблеми при побудові методики трансформаційних змін на АТП полягають у тому, що в умовах значної невизначеності процесу вирішення результати, отримані на початкових етапах, можуть істотно вплинути на структуру подальших етапів. Тому необхідною умовою побудови методики є забезпечення динамічної стійкості її структури, яка передбачає обов'язкове послідовне виконання наступних етапів (рис. 1).

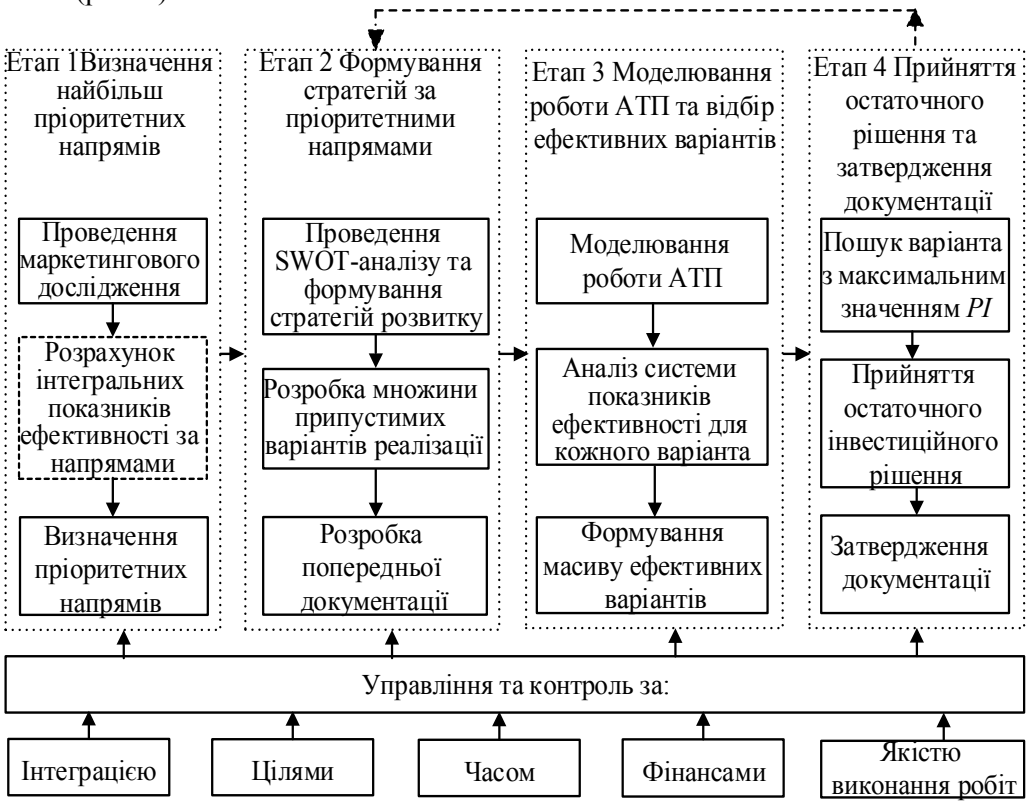


Рисунок 1 – Алгоритм методики визначення варіантів трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту

Етап 1 передбачає визначення найбільш пріоритетних напрямів трансформаційних змін досліджуваного підприємства в порівнянні з підприємствами-конкурентами. Пошук пріоритетних напрямів майбутніх змін здійснюється згідно з розробленими методичними положеннями оцінювання пріоритетності напрямів трансформаційних змін на основі методу адитивної оптимізації.

Для цього спочатку проводиться маркетингове дослідження. Після збирання та систематизації маркетингової інформації проводиться її аналіз і робляться висновки чи варто продовжувати розвивати вже існуючий вид діяльності, чи переходити на новий і проводити перепрофілювання. Якщо приймається рішення про проведення перепрофілювання, то необхідно більш глибоко провести аналіз ринку тих транспортних послуг, на надання яких має перепрофільовуватись підприємство, та аналіз їх підприємств-надавачів.

Далі проводиться розрахунок інтегральних показників ефективності напрямів серед передових підприємств-конкурентів, які працюють приблизно в однакових умовах за методикою визначення пріоритетних напрямів трансформаційних змін. Після цього визначаються еталонні значення інтеграль-

них оцінних показників ефективності напрямів та розрахунок відносних інтегральних показників ефективності напрямів досліджуваного підприємства в порівнянні з відповідними еталонними значеннями.

Аналіз відносних інтегральних показників ефективності дає можливість встановити пріоритетні напрями, у яких і буде проводитись розробка стратегій та варіантів трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту.

Етап 2 передбачає формулювання можливих стратегій трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту за пріоритетними напрямами.

Для цього визначаються найбільш впливові на виробничу діяльність АТП фактори зовнішнього середовища та проводиться SWOT-аналіз роботи АТП для виявлення переваг і недоліків підприємства.

На даному етапі також проводиться підготовка множини припустимих варіантів їх реалізації (в тому числі альтернативних), варіантів структури кожного з них та визначаються необхідні інвестиційні вкладення.

Кількість альтернатив, які розглядаються на стадіях розробки, повинна бути достатньою для того, щоб можна було вибрати оптимальну.

Попереднє оцінювання і підбір альтернатив проводиться, виходячи як із забезпечення вимог до ступеня виконання поставлених задач, так і техніко-економічних можливостей реалізації стратегії в заданий термін.

За умови достатності інвестицій, під час формування остаточного плану реалізації, декілька варіантів, які відповідають різним стратегіям, можуть бути об’єднані в інвестиційний портфель, а загальна стратегія трансформаційних змін буде комплексною. Варто пам’ятати, що результати, отримані на початкових етапах формування плану реалізації, можуть істотно вплинути на структуру подальших етапів. Враховуючи це при побудові загального плану реалізації варіанта необхідно забезпечити стійкість його структури щодо проміжних результатів, які отримані у процесі реалізації.

В результаті цього отримується попередня проектна документація, на основі якої виконуються подальші дослідження.

Етап 3 передбачає проведення економіко-математичного моделювання роботи підприємства за кожним із варіантів стратегій та відбір тих, які відповідають критеріям ефективності.

Необхідність проведення економіко-математичного моделювання обумовлюється тим, що для здійснення багаторівневого і багатоцільового процесу прийняття рішень потрібне прогнозування роботи АТП на весь період моделювання та об’єктивне оцінювання необхідної кількості варіантів трансформаційних змін.

В результаті проведення моделювання варіантів стратегій трансформаційних змін визначаються показники ефективності роботи автотранспортного підприємства: собівартість перевезень, дохід та прибуток підприємства, сумарні річні грошові потоки та їх чиста теперішня вартість.

Визначення ефективності варіантів стратегій трансформаційних змін виконується в дві стадії:

- визначення конкурентоспроможності підприємства внаслідок їх реалізації;
- оцінювання передбачуваної економічної ефективності кожного інвестиційного варіанта.

За показник конкурентоспроможності при визначенні найбільш ефективного варіанта реалізації стратегій трансформації підприємств автомобільного транспорту використовується інтегральний показник конкурентоспроможності.

Оцінювання передбачуваної економічної ефективності кожного інвестиційного варіанта здійснюється за допомогою системи показників: чиста теперішня вартість (NPV), індекс прибутковості (PI), внутрішня ставка дохідності (IRR).

Економічно недоцільними вважаються варіанти, для яких не виконується хоча б одна з трьох нижчевказаних умов:

1) чиста теперішня вартість має додатне значення $NPV \geq 0$;

2) індекс прибутковості більший за 1, $PI \geq 1$;

3) внутрішня ставка дохідності вища необхідної ставки дохідності на інвестований капітал: $IRR \geq NRR$.

В результаті відповідності критеріїв ефективності варіантів стратегій трансформаційних змін необхідним вимогам формується їх масив і в подальшому складається поточний план, визначаються відповідальні виконавці та необхідні ресурси для кожного з них.

Етап 4 передбачає оцінювання фінансової реалізовності варіантів, розробку плану реалізації стратегії трансформаційних змін та прийняття остаточного рішення.

Даний етап передбачає розробку календарного плану реалізації варіантів та розробку капітальних бюджетів кожного з них. Далі визначається варіант з максимальним значенням індексу прибутковості (PI), для якого є змога залучити необхідний обсяг ресурсів на кожному часовому кроці. Якщо при реалізації даного варіанта у резерві підприємства залишається ще достатній обсяг фінансових ресурсів, то ведеться робота з пошуку додаткового варіанта трансформаційних змін та формування портфеля варіантів.

Вибір найбільш ефективного з відібраних варіантів як відзначалося вище виконується на основі методу «найгіршого випадку» сформувавши нечіткі множини потенційно хороших рішень та виконавши операцію перерізу нечітких множин $D = K^{кс} \cap NPV \cap PI \cap IRR$.

Остаточне інвестиційне рішення щодо схвалення або відхилення варіанта стратегій трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту приймається керівництвом на раді директорів або зборах акціонерів

При негативному рішенні необхідно врахувати всі прорахунки попередніх етапів і приступити до формування нових варіантів стратегій трансформаційних змін.

Часто прорахунки виявляються у недостатньо обгрунтованій підготовці бізнес-планів варіантів, некоректному відборі, за критерієм ефективності, варіантів до реалізації, неправильному оцінюванні ресурсної бази портфеля варіантів, або істотними прорахунками у прогнозуванні чинників зовнішнього середовища.

Якщо ж і повторне формування варіантів трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту не отримало позитивної оцінки, то варто розглянути інші стратегії.

При позитивному рішенні проводиться розробка планів-графіків робіт, формування уточненого бюджету і термінів реалізації та відбувається перехід до інвестиційної фази.

На кожному етапі визначення стратегій трансформаційних змін на АТП необхідно здійснювати управління та контроль за такою сукупністю параметрів управління: інтеграцією, цілями, часом, фінансами, якістю виконання робіт.

Висновки

Розроблена методика визначення оптимальної стратегії трансформаційних змін на підприємствах автомобільного транспорту, яка дозволить з прийнятною достовірністю визначити ефективну стратегію впровадження якої на конкретному підприємстві призведе до його розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бідняк М. Н. Планування інвестицій на автомобільному транспорті України : монографія / М. Н. Бідняк, Н. М. Бондар. – К. : НТУ, 2000. – 118 с.

2. Біліченко В. В. Визначення ефективності проектів трансформації на підприємствах автомобільного транспорту / В. В. Біліченко, В.О. Огневий // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 6. – С. 33–38.

3. Біліченко В. В. Моделювання трансформаційних процесів на підприємствах автомобільного транспорту / В. В. Біліченко, В. О. Огневий // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – Київ, 2009. – Вип. 7. – С. 17–22.

4. Огневий В.О. Визначення конкурентоспроможності підприємства автомобільного транспорту в ринкових умовах при виборі стратегії розвитку / В. О. Огневий // ІІІ-тя міжнародна науково-практична інтернет - конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» Збірник тез доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – с. 96-97.

Віталій Олександрович Огневий — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: Ognevoy@ukr.net

Ognevoy Vitaliy O. — Assistant of Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: Ognevoy@ukr.net

УДК 314.4 : 331.44

І. В. Заюков

ПРОФІЛАКТИКА СОЦІАЛЬНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ САМОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я ЗАЙНЯТОГО НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

***Анотація**. З'ясовано, що соціальні захворювання, особливо – професійні стреси ведуть до соціально-економічних збитків та є фактором погіршення рівня людського капіталу країни. Доведено, що саме реалізація механізму самозбереження здоров'я зайнятого населення України дозволить істотно вплинути на подолання хвороб сучасного суспільства, у тому числі професійного вигорання. Розроблені заходи щодо профілактики соціальної захворюваності в аспекті реалізації механізму самозбереження здоров'я зайнятого населення України.*

Ключові слова: соціальні захворювання, професійний стрес, самозбереження здоров'я, професійне вигорання, поведінка, мотивація.

***Annotation**. It was found that the social disease − especially professional stress leading to socio-economic losses and is a factor in the deterioration of the human capital of the country. Proved that the implementation mechanism of self employed health Ukraine will significantly help to overcome the disease of modern society, including professional burnout. Developed measures to prevent social morbidity in terms of implementation of the mechanism of self employed health Ukraine..*

Keywords: social disease, professional stress, self care, professional burnout, behavior, motivation.

Вступ. Через негативний вплив соціально-економічних факторів, нині в Україні стрімко знецінюється така важлива характеристика людського капіталу як здоров'я, особливо − зайнятого населення. Свого часу, як відомо, К. Маркс звертав увагу на те, що хвороба є перешкодою на шляху до вільного життя людини, а ідея самозбереження здоров'я вперше була запропонована М. В. Ломоносовим як важливого елементу національного багатства країни. Серед основних соціальних захворювань (ВІЛ/СНІД, туберкульоз, венеричні захворювання, гепатити (В, С), ожиріння, психічні розлади і розлади поведінки, алкоголізм, наркоманія, тютюнокуріння тощо) «професійне вигорання» зайнятого населення, виходить на перше місце за небезпечністю, у тому числі це стосується не тільки рівня захворюваності і смертності, але і тими соціально-економічними збитками, що ним спричиняється.

За даними [1] 90% населення США постійно перебуває у стані сильного стресу, у тому числі 80% працівників страждають від професійного вигорання. В країнах ЄС приблизно кожен третій працівник страждає від професійних стресів, а дві третини звернень до лікарів пов'язано із стресом. Що стосується економічних збитків, то від стресів в США щорічно втрачається біля 300 млрд. дол. США, а у європейських країнах від професійних стресів щорічні збитки складають біля 19 млрд. дол. США. Крім того, із загальної кількості смертей, яким не може запобігти сучасна медицина, біля половини зумовлені різними видами стресу [1]. Що стосується України, то за даними Київського міжнародного інституту соціології біля 64% населення України в 2015 році пережили стресові ситуації [2], у тому числі 13% населення країни відчували свою безпорадність; 9% втратили роботу і віру в людей; 7% віру у власні сили. Крім того, актуалізуючи питання економічних і соціальних втрат варто в статті відмітити, що саме стрес є причиною абсентеїзму (більше половини усіх втрачених робочих днів, через захворюваність трудових ресурсів).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання профілактики соціальних хвороб перебувають у центрі уваги вітчизняних науковців. Зокрема, цьому напрямку досліджень приділяли увагу вітчизняні вчені В. Коваленко, І. Курило, Н. Левчук, Е. Лібанова, М. Лутай, О. Пархоменко, Н. Рингач, Т. Семигіна, О. Вовкогон, Ю. Фещенко, Л. Шевчук, І. Хожило та багато інших. У той же час дослідження поведінки в напрямку профілактики соціальних захворювань як ефективного елементу механізму самозбереження здоров'я зайнятого населення України залишається малодослідженою сферою наукових пошуків.

Академік НАН України Е. Лібанова та відомий вчений-демограф України І. Курило в праці [3] актуалізують проблеми, які і дотепер мають місце саме у царині здоров'я й

життєзбереження населення − поширення соціально небезпечних захворювань в Україні, високого рівня передчасної смертності та чоловічої надсмертності. Що стосується проблеми психічних розладів і розладів поведінки, то академік НАМН України В. Коваленко наголошує, що в сучасному складному соціально-політичному становищі існує небезпека формування у українців як гострого, так і хронічного стресу, що негативно впливає на стан їх здоров'я. За словами вченого, на жаль, наслідки подій, які відбувалися й продовжують відбуватися в нашій країні, люди відчуватимуть ще багато років, бо наразі є багато доказів того, що стрес має прямий зв'язок із виникненням і подальшим розвитком серцево-судинних захворювань [4].

Член-кореспондент НАМН України О. Пархоменко вважає, що наслідком хронічного стресу є психоемоційний розлад поведінки, депресивний синдром та стан тривоги. Він зазначив, що у людей із такими розладами ризик розвитку інфаркту міокарда зростає на 56%. Згідно зі статистичними даними у 25–75% людей, які перенесли гострий інфаркт міокарда, відзначалися симптоми психоемоційного розладу [4].

Відомий вчений інституту кардіології імені академіка М. Д. Стражеска НАМН України, професор М. Лутай довів, що стрес впливає на загострення хронічної ішемічної хвороби серця, а депресія підвищує ризик розвитку ішемічної хвороби серця в 1,2–4,5 разу [4]. Отже, стрес в процесі трудової діяльності призводить не тільки до «професійного вигорання», але і до втрати людського капіталу, у тому числі через високий рівень серцево-судинних захворювань. Тому перспективним шляхом подолання наведених вище тенденцій, на мою думку, є проведення вчасної профілактики професійного стресу та «вигорання», які ведуть до найнебезпечніших соціальних захворювань, у тому числі за рахунок організації ефективної політики держави в напрямку побудови мотиваційної моделі самозбереження здоров'я зайнятого населення.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження проблеми самозбереження здоров'я зайнятого населення в аспекті актуалізації профілактики соціальних захворювань, особливо – «професійного вигорання».

Виклад основного матеріалу дослідження. Трудовий потенціал України поступово виснажується. Це пов'язано, насамперед, із демографічними і соціально-економічними процесами. Проблема загострюється високою захворюваністю та смертністю чоловіків працездатного віку, особливо, через професійні стреси. Зазначені процеси призводять до того, що людські ресурси України починають функціонувати на межі своїх можливостей та, відповідно, до зменшення одного із головних елементів людського капіталу – здоров'я. Відомо, що спосіб життя людини на 50−70% [5] впливає на здоров'я громадян та основним постулатом ВООЗ в програмі «Здоров'я – 21» є поведінковий (профілактичний) фактор. Крім того, формування здорової поведінки, як глобальної стратегічної мети людства, має знизити ризики погіршення психологічного здоров'я. Але проблему цю нині неспроможна вирішити лише галузь медицини, оскільки, в основі її лежить поведінковий чинник – ризикована поведінка українців щодо власного здоров'я та відсутністю мотивації до його самозбереження.

На думку І. Хожило [6], варто більше посилювати увагу на соціальній поведінці населення, з метою зменшення негативного впливу на здоров'я (життя) соціальних хвороб (наркоманія, ВІЛ/СНІД, туберкульоз, алкоголізм, стреси тощо). Отже, з метою оптимального вирішення проблем пов'язаних із соціальною захворюваністю в Україні, варто звертати більше увагу на поведінковий аспект. Так, актуальність його в аспекті самозбереження здоров'я розглядалась в праці [7], де наголошувалось, що здоровий спосіб життя виявляє функціональну залежність між силою соціальних зв'язків і інтенсивністю індивідуальної поведінки.

Соціальна захворюваність пов'язана із стилем сучасної поведінки населення, адже в погоні за грошима, на українців все більше починає діяти психічні і нервові перевантаження, стреси та депресії тощо. Саме стреси нині провокують більшість захворювань, у тому числі в сфері професійної діяльності: серцево-судинні, ендокринні, опорно-рухового характеру, алергічні, інфекційні (СНІД, туберкульоз, гепатити) та ведуть до адитивної поведінки.

В теорії виділяють наступні основні форми адитивної поведінки, які знецінюють людські ресурси: поведінка, яка наносить шкоду здоров'ю: залежність від тютюну, алкоголю; наркотиків; інших токсичних речовин; порушення харчової поведінки – нервова анорексія або нервова булімія; порушення сексуальної поведінки – проміскуїтет; гемблінгова поведінка – ігроманія); гіпертрофовані форми культури модифікації тіла (тату, пірсинг, шрамування); порушення поведінки самоконтролю при хронічній патології, наприклад, при цукровому діабеті, бронхіальній астмі, гіпертонічній хворобі). Якщо застосувати ці форми саме до зайнятого населення, то можна відзначити таку його ризикову поведінку: постійні

інтелектуальні, фізичні, емоційні перевантаження; дія стресових факторів, у тому числі моббінгу (булінгу); праця в шкідливих (небезпечних) умовах; зайнятість в неформальній (нестабільній) зайнятості тощо.

Відомо, що професійний стрес викликається тоді, коли до зайнятих осіб ставлять високі вимоги, які можуть не відповідати рівню їх знань і професійних навичок; існують високі темпи роботи; жорстокі терміни їх виконання; монотонність праці; насильство на роботі (погіршення міжособистісних відносин); неякісна організація роботи; наявність шкідливих (небезпечних) виробничих факторів. Найбільша небезпека від стресу в сфері трудової діяльності це – «професійне вигорання», під яким Х. Дж. Фрейденбергер розумів особливий психічний стан здорових людей, що знаходяться в інтенсивному спілкуванні з клієнтами, пацієнтами, в емоційно навантаженій атмосфері при наданні професійної допомоги [8].

В дослідженні [9] наголошується, що існує тісний взаємозв'язок між «професійним вигоранням» і мотивацією діяльності. «Вигорання» може призводити до зниження професійної мотивації: напружена робота поступово перетворюється на беззмістовне заняття, з'являється апатія і навіть негативізм по відношенню до своїх обов'язків, які зводяться до мінімуму. До нього більш схильні ті, хто працює з високою самовіддачею, відповідальністю, установкою на постійний робочий процес.

«Професійне вигорання» має дві сторони «медалі». Так, з однієї сторони, воно веде до погіршення економічних показників – відбувається негативний вплив на результати діяльності працівника та зниження його продуктивності праці, а далі − виникає потужний стрес, безліч захворювань та формується девіантна поведінка (алкоголізм, наркоманія, тютюнокуріння, безладні сексуальні відносини тощо). Основними ознаками «професійного вигорання» можуть бути: пригніченість і зниження задоволення від виконаної роботи; заниження самооцінки та відповідне негативне ставлення до трудової діяльності; втрата розуміння і співчуття до клієнтів; наявність відчуття власної непотрібності; виражена депресія і байдужість; високий рівень тривоги і зловживання алкоголем, нікотином, кофеїном; емоційні вибухи і усамітнення тощо. Тому саме поведінка зайнятого населення на самозбереження здоров’я має бути направлена на профілактику такого небезпечного соціального захворювання як «професійне вигорання».

З іншої сторони, раціональна поведінка направлена на профілактику професійного вигорання як важливого елементу механізму самозбереження здоров’я зайнятого населення України, може виступати у вигляді моделей психологічного його захисту. Так, в науковому дослідженні [10] «професійне вигорання» як захисна стратегія може складатися з декількох захисних механізмів: «окам’яніння», притуплення почуттів – повне або часткове виключення емоцій у відповідь на психотравмуючі впливи; «ізоляція, відчуження» – захищає особистість від психотравмуючих факторів; «тлумачення безсиллям» – проявляється у почутті безнадійності, песимізмі; «розігрування ролей» – «вигоряюча» особистість постійно носить маску діяльності, при якій зовнішня оболонка людини відповідає потребам професійної діяльності, проте внутрішньо людина не відчуває задоволення, перетворюється на робота, в чому вбачає безпеку життєдіяльності. «Професійне вигорання» може також супроводжувати захисний механізм «втечі в роботу» (надмірна включеність у роботу через небажання усвідомлювати інші проблеми, уникання товариства інших людей) тощо.

Теорія поведінки, яка направлена на самозбереження здоров’я дозволяє виокремити позитивні і негативні (характеризується вчинками, які знецінюють здоров’я для досягнення окремих цілей) раціональні аспекти, направлені на збереження і зміцнення здоров’я людських ресурсів. Поведінку щодо самозбереження здоров’я доцільно розглядати з позиції теорії людського капіталу. Відповідно до концепції людського капіталу, здоров’я, головним чином, визначає його розмір. Працівник, який має високий рівень здоров’я, не тільки має підвищений соціальний ресурс, але і вносить вагомий внесок в створення ВВП країни. Поведінка людини по відношенню до свого здоров’я, здійснює значний вплив на інші фактори: при однакових екологічних, соціально-економічних, побутових і інших умов життя, при однаковій спадковій схильності, вона може суттєво відрізнятись. Це, в більшій мірі, визначається відмінностями в поведінці, яка направлена на самозбереження здоров’я, наявністю або відсутністю шкідливих звичок, різного рівня інформованості і грамотності відносно ризиків в сфері здоров’я, у тому числі щодо протидії «професійному вигоранню» та ступеня активності в його підтримці. Сьогодні більшість працівників в Україні не розглядають в єдиній площині поняття самозбереження здоров’я з такими аспектами трудових відносин як режим праці і відпочинку;

підтримання фізичної активності; раціональним харчуванням; проведення медичних оглядів тощо. Тому низький рівень самозбереження здоров'я розглядається в статті як фактор, який призводить до різних соціальних хвороб, у тому числі до «професійного вигорання».

В широкому значенні під поведінкою, яка направлена на самозбереження здоров'я розуміють систему дій та відносин, яка спрямована на покращення здоров'я і тривалості життя. В основі вивчення цієї поведінки лежить дослідження ціннісно-мотиваційної структури особистості і цінності людини щодо власного здоров'я. Крім того, ця поведінка залежить від мотиваційних чинників, наприклад, піклуванням про його стан, його збереження, зміцнення або страхом погіршення здоров'я і настання смерті.

В теорії, що є загальновідомо, виділяють наступні поведінкові фактори, які впливають на здоров'я трудових ресурсів: самооцінка людиною свого здоров'я – включає в себе суб'єктивну оцінку або самооцінку свого фізичного і психічного стану, що є індикатором і регулятором поведінки; медична інформованість – характеристика знань про шкоду для здоров'я деяких звичок, про фактори ризику найбільш розповсюджених хвороб, про перенесені захворювання в минулому; про особливості свого організму і протипоказань вживання тих чи інших ліків, про правила надання першої медичної допомоги; місце здоров'я в системі життєвих цінностей; наявність у людини шкідливих звичок; вплив на людину стресових факторів; фізична активність.

Профілактику соціальної захворюваності можна змінювати шляхом проведення ефективної державної політики направленої на самозбереження здоров'я і здорового способу життя, у тому числі це залежить від макроекономічної, соціально-економічної і політичної ситуації. Держава має найбільший вплив, як в цілому на економіку, так і на ринок праці, адже фактично встановлює детермінанти їх функціонування, наприклад, це може стосуватись мотивації роботодавців до створення гідних умов праці та стимулювання працівників зберігати і зміцнювати власне здоров'я. Важливо створювати не тільки негативний образ нездоров'я, але і позитивний (наприклад, можна через ЗМІ створювати позитивний образ фізичного, психічного, соціального, економічного здоров'я, у тому числі інформувати про здорові форми відпочинку (активний і пасивний туризм, фізкультуру, фітнес, спортивні секції тощо), що в цілому має позитивно впливати на зайняте населення України.

Нераціональна поведінка зайнятого населення по відношенню до власного здоров'я та відсутність знань про фактори його ризику − є, на мою думку, основною причиною широкого розповсюдження в Україні соціальної захворюваності і смертності. Основними напрямками стимулювання попиту на робочу силу (в рамках профілактики соціальної захворюваності) є забезпечення гідних умов праці, збереження і модернізація продуктивних робочих місць, створення нових і ліквідація зайвих або неефективних. Для їх здійснення на діючих підприємствах важливо заручитись підтримкою органів влади на всіх рівнях, в напрямку сприяння в залученні необхідних коштів; проведення адекватної податкової політики і сприятливого законодавчого забезпечення. Передусім необхідно опрацювати ефективний механізм державних гарантій роботодавцям, що беруть участь у створенні і підвищенні якості робочих місць, у працевлаштуванні соціально незахищених громадян з недостатньою конкурентоздатністю та тих осіб, які піклуються про власний стан здоров'я.

Економічними мотивами профілактики соціальної захворюваності мають стати стимули в основі яких лежать економічні цілі, пов'язані, перш-за все з матеріальною вигодою, підвищенням економічного статусу. Здоров'я в даному випадку розглядається індивідом як економічна категорія, яка вимагає значних інвестицій, і асоціюється з набором можливостей, пов'язаних з трудовою діяльністю і отримання доходу. Отже, здоров'я (в аспекті якісної характеристики зайнятого населення і складової людського капіталу) має сприяти досягненню багатьох цілей і потреб зайнятих громадян, у тому числі досягнення високого рівня заробітної плати, життєвого рівня тощо.

Організаційно-психологічними заходами профілактики соціальної захворюваності мають стати наступні здатності та вміння, які допоможуть працівнику уникнути появи професійних стресів та синдрому «професійного вигорання», а саме – формування міцного здоров'я та свідомого, цілеспрямованого ставлення до нього (постійні заняття спортом, здоровий спосіб життя) та високої самооцінки і впевненості у собі, своїх здібностях та можливостях; досвіду успішного подолання професійного стресу; здатності до конструктивних змін у напружених умовах;високої мобільності; таких важливих цінностей як відвертість; товариськість; самостійність; прагнення спиратися на власні сили. Крім того, важливо звертати свою увагу на

формування і підтримання у собі позитивних, оптимістичних настанов і цінностей (як відносно до самих себе, так і до інших людей і життя взагалі) та вміння звернутися вчасно по допомогу та приймати її.

Висновки. Таким чином, небезпечним явищем в сфері соціально-трудових відносин є професійний стрес, а особливо − «професійне вигорання», яке в поєднанні з різними видами девіантної поведінки ведуть до підвищення рівня соціальної захворюваності та смертності працездатних громадян. Зменшення рівня захворюваності на соціальні хвороби залежить від політики держави на всіх рівнях. Так, на макро та мезорівнях, необхідно реалізувати головний мотив і економічний зміст зайнятості (для працівників) − можливість забезпечити своєю працею гідне існування, підвищити свій життєвий рівень, а, відповідно, і рівень здоров'я. З метою мотивації працівника до самозбереження здоров'я необхідно знати, які фактори впливають на це, у тому числі, в процесі професійної діяльності та в позавиробничих умовах. На мікрорівні, сама людина має зрозуміти, що левова часка своєї долі залежить від неї. Тому варто забезпечувати заходи щодо урізноманітнення змісту професійної діяльності; постійного самовдосконалення; пошуку шляхів покращення свого життєвого рівня; підвищення рівня соціального капіталу; філософського ставлення до багатьох проблем, у тому числі в процесі трудової діяльності. Отже, реалізація механізму самозбереження здоров'я і життя в процесі виробничої діяльності як профілактичної складової зменшення рівня соціальної захворюваності дозволить забезпечити довголіття в професійній діяльності та кар'єрному зростанні занятих працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Подольчак Ю. Особливості мотивування конструктивного вирішення професійних стресів на підприємствах / Ю. Подольчак // Ефективна економіка. – 2015. − № 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3717.
2. Дві третини українців пережили стрес – соціологи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bbc.com/ukrainian/society/2016/01/160111_stress_ukraine_research_it.
3. Лібанова Е. М. Соціально-демографічна політика в Україні у контексті принципів програми дій МКНР (1994 р.) / Е. М. Лібанова, І. О. Курило // Демографія та соціальна економіка. – 2009. − № 2. – С. 12−27.
4. Стрес і серцево-судинні захворювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.apteka.ua/article/282494.
5. Заюков І. В. Територіальні особливості самооцінки здоров'я населенням України / І. В. Заюков // Стратегічні пріоритети. – 2016. − № 1. – С. 55−62.
6. Хожило І. І. Виклики соціально небезпечних хвороб як сфера державно-управлінської діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.academy.gov.ua/ej/ej3/txts/GALUZEVE/12-XOJILO.pdf.
7. Дюркгейм Е. О разделении общественного труда. Метод социологии / Е. Дюркгейм. – М : Наука, 1991. – 572 с.
8. Зайчикова Т. В. Соціально-психологічні детермінанти синдрому «професійного вигорання» у вчителів: автореф. дис. канд. психол. наук: 19.00.05 «Соціальна психологія, психологія соціальної роботи» / Т. В. Зайчикова / Ін-т психології ім. Г. С. Костюка АПН України. – К., 2005. – 21 с.
9. Сидоров П. Професійний стрес [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://i-medic.com.ua/index.php?newsid=27160 http://i-medic.com.ua/index.php?newsid=27160.
10. Назарук Н. В. Психологічні засоби профілактики «професійного вигорання» вчителя: автореф. дис. канд. психол. наук: 19.00.07 «Педагогічна та вікова психологія» / Н. В. Назарук / Прикарпатський національний ун-т ім. Василя Стефаника. – Івано-Франківськ, 2007. – 20 с.

Заюков Іван Вікторович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Zivan@i.ua.

Zayukov Ivan Victorovich, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of department of safety of vital functions and pedagogics of safety, Vinnitsa national technical university, Zivan@i.ua.

УДК 551.508.7

О. С. Полуденко
Г. Л. Антонюк
О. В. Березюк

Радіоелектронні пристрої для вимірювання вологості

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто особливості використання радіоелектронних пристроїв для вимірювання вологості.
Ключові слова: радіоелектронний пристрій, вимірювання, датчик, вологість.

Abstract
The use features of radioelectronic devices for measuring a humidity consider.
Keywords: radioelectronic device, measuring, sensor, humidity.

Вміст вологи у ґрунті не залишається постійним. Він змінюється у часі та у просторі в залежності від метеорологічних умов, типу ґрунту, рельєфу, виду та віку рослин та ін.

Основним методом визначення вологості ґрунту є термостатно-ваговий, що прийнятий як еталон для оцінки інших методів. Найбільше поширення має метод висушування, який полягає у визначенні ваги зразка випробовуваного матеріалу до, і в процесі його сушіння, здійснюється зазвичай при температурі 105 °С. Сушіння зазвичай виконується в сушильних шафах, застосовують також інфрачервоне нагрівання і сушіння у вакуумі. Однак для методу висушування необхідний відбір проб з досліджуваної конструкції, пов'язаний з небажаним частковим її руйнуванням і неможливістю повторення вимірювань в тому ж місці. В органічних матеріалах разом зі зменшенням гігроскопічної вологи відбувається втрата летючих речовин, а також окислення і пов'язане з цим поглинання кисню повітря. В деяких матеріалах утворюється водонепроникна кірка, яка перешкоджає повному видаленню вологи; результати визначення вологості залежать від тривалості сушіння, від температури і тиску, при яких велося сушіння, від виносу пилу і дрібних частинок зразка [1].

Це дозволяє вилучити з ґрунту всю вологу. На основі різниці мас проб до і після висушування розраховують вологість ґрунту.

Описаний метод визначення вологості ґрунту потребує багато часу та сил, цей метод є вже застарілим. Розроблюють різноманітні непрямі методи. Їх поділяють на три основні групи:

- омічний метод, який оснований на вимірюванні електричного опору ґрунту;
- тензометричний метод вимірювання капілярного натягу ґрунтової вологи;
- нейтронний метод вимірювання ступеню ослаблення інтенсивності гама-променів.

Розроблений також метод дистанційного визначення запасів продуктивної вологи у орному шарі ґрунту радіометричним вологоміром. Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні радіотеплового випромінювання ґрунту, яке залежить від вологості ґрунту [2].

Метод радіохвильового просвічування заснований на вимірі загасання радіохвиль, що пройшли через шар вологого матеріалу. Для цього застосовуються клістронні генератори електромагнітних коливань, випромінюючі хвилі довжиною 0,5-5 см.

Радіометричні методи засновані на визначенні ослаблення гамма-випромінювання при проходженні через об'єкт вимірювання в залежності від вологості або на визначенні уповільнення швидких нейтронів атомами водню, що містяться у вологому матеріалі.

Сутність методу ядерного магнітного резонансу полягає в тому, що при строго певній частоті змінного магнітного поля, в якому розміщений досліджуваний зразок, виникає ядерний магнітний (протонний) резонанс, який характеризується появою додаткових втрат в ланцюзі живлення котушок, що створюють магнітне поле. Величина втрат прямо пропорційна числу ядер водню (протонів), що знаходяться в обсязі досліджуваного матеріалу, іншими словами, величина втрат пропорційна вологовмісту і не залежить від хімічного складу та структури матеріалу. Метод ядерного магнітного резонансу використовується в лабораторних умовах [3].

Відомі датчики, в яких електроди містять не в безпосередньо досліджуваний матеріал, а в деяке проміжне середовище, що має більш стабільну залежність опору від вологості. Для вимірювання опору зазвичай використовується схема приладу або мостова схема. За методом електропровідності визначається концентрація електролітів, залежна як від вологості, так і від складу солей в матеріалі. Зважаючи на мінливості сольового складу метод електропровідності дає значні похибки [4].

Датчики вологості засновані на вимірюванні опору між контактами-щупами, поміщається в контрольоване середовище (наприклад в ґрунт). У пропонованій схемі управління навантаженням здійснюється за допомогою генератора частоти звукового діапазону, котушка якого заривається в ґрунт. Прилад реагує на поширення звукових хвиль у вологому і сухому середовищі.

Вологий ґрунт зробить роботу генератора неможливою – відбувається зменшення амплітуди і припинення коливань. За величиною поглинання енергії в котушці визначається ступінь вологості ґрунту. Індуктивний контроль стану ґрунту в порівнянні з ємнісним методом і методом вимірювання електричного опору дозволяє оперативно реагувати на зміну вологості навколо котушки. Опір ґрунту постійному струму між двома щупами-датчиками змінюється поступово.

Оптимальна глибина занурення котушки становить 45-55 см.

На ряду з вимірюванням вологості ґрунту такі датчики можуть використовуватись також для вимірювання вологості твердих побутових відходів, яка суттєво впливає на вибір шляху подальшого поводження з ними [5-10].

На рис. 1 показана електрична схема датчика вологості ґрунту [11].

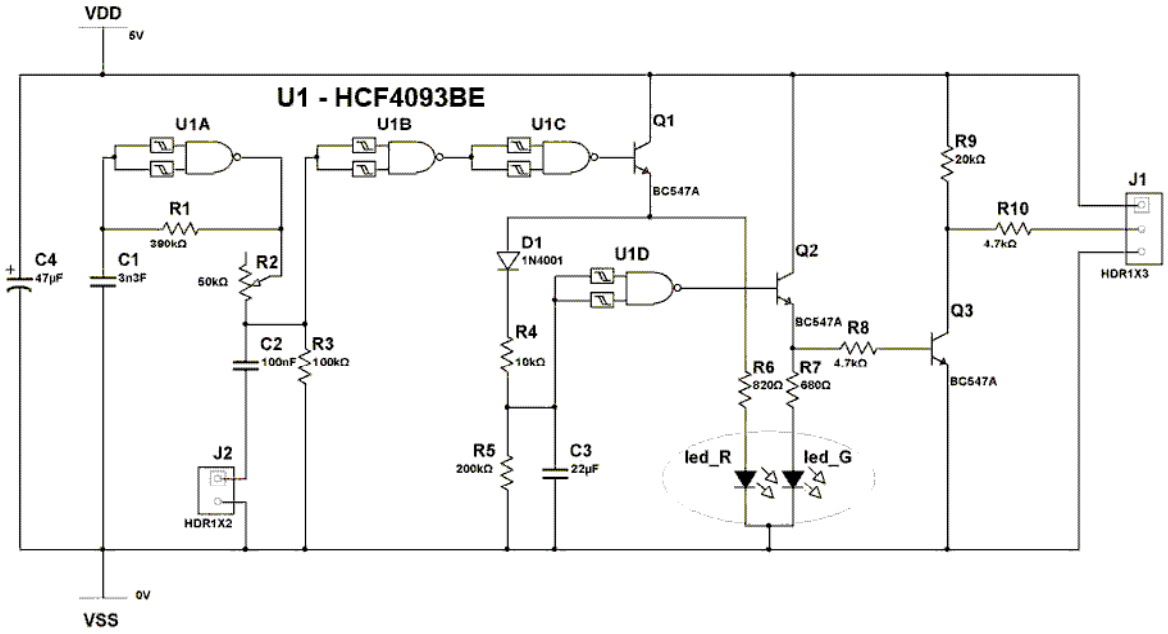


Рис. 1. Електрична схема датчика вологості ґрунту

Датчик живиться від джерела напруги 5…12 В і має один дискретний вихід. Вихід містить високий потенціал «1», якщо вологість ґрунту впала нижче заданої і низький потенціал «0», якщо вологість ґрунту вище заданої. Датчик має деяку інерцію і властивість гістерезису для виключення випадкових перемикань в момент, коли вологість ґрунту дуже близька до заданої.

Для індикації стану датчик використовує здвоєний червоно-зелений світлодіод змінює колір світіння. Зелений – вологість вище заданої. Червоний – вологість нижче заданої. В процесі просихання ґрунту колір світлодіода буде плавно змінюється з зеленого на жовтий і при досягненні заданого порогу відбудеться перемикання на червоне.

В якості сенсора використовується два електрода поглиблені в ґрунт на глибину вимірювання.

Принцип роботи схеми наступний. На елементі U1A зібраний генератор прямокутних імпульсів з частотою 1 КГц. Через підлаштування резистора R2 імпульси надходять на вхід U1B, причому амплітуда імпульсів буде залежати від вологості ґрунту, яка буде шунтувати сигнал через конденсатор С2. Крім того, імпульси, що надходять будуть мати вже не прямокутну, а швидше пилкоподібну форму через згладжування конденсатором С2. У результаті на виході U1C вийдуть

прямокутні імпульси з шпаруватістю, яка залежить від вологості ґрунту. Ці імпульси перетворюються в постійну напругу (D1, C3), яка надходить на вхід U1D. При цьому конденсатор C3 визначає інерційність схеми і забезпечує захист від перешкод, а завдяки гістерезисним властивостям входів U1, забезпечується невеликий діапазон між перемиканнями вихідного сигналу. Транзистор Q3 інвертується із узгоджувальною ланкою виконавчої схеми.

Правильно зібраний датчик налаштувань не потребує. Регулювання рівня порогового значення вологості проводиться при підключених контактах сенсора, занурених у политий ґрунт з необхідною вологістю. Підлаштувальний резистор R2 слід встановити в положення, коли горить зелена частина світлодіода, а червона частина починає злегка світитися.

Конструктивно датчик виконаний на односторонній друкованій платі розміром 32 × 36 мм і може керувати системою автоматичного поливу рослин при досягненні критично низького значення вологості ґрунту.

Таким чином, радіоелектронні пристрої для вимірювання вологості ґрунту дозволяють підвищити урожайність сільськогосподарських культур, зменшити витрати на їхній полив, знижуючи в цілому собівартість сільськогосподарської продукції рослинного походження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дробица В. С. Измерители влажности материалов / В. С. Дробица // В помощь радиолюбителю. – 1975. – № 50. – С. 39-54.
2. Лыков А. В. Теоретические основы строительной теплофизики / А. В. Лыков. – Минск, 1991. – 520 с.
3. Берлинер М. А. Электрические методы и приборы для измерения и регулирования влажности / М. А. Берлинер. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1990. – 237 с.
4. Лапшин А. А. Электрические влагомеры / А. А. Лапшин. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1990. – 114 с.
5. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттєвозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1. – С. 111-114.
6. Березюк О. В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 39-42.
7. Березюк О. В. Підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів за рахунок видалення вологи / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Тези доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції, Ч.III (12-14 травня 2010 р., Харків) / за ред. проф. Товажнянського Л. Л. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 209.
8. Рижий В. К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В. К. Рижий, Т. І. Римар, І. Л. Тимофєєв // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – С. 17-22.
9. Патент України № 109036 U, МПК(2016.01) B65F 3/00. Гідропривід зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / Березюк О. В.; власник патенту Березюк О. В. – u201601154; Заявл. 11.02.2016. Одерж. 10.08.2016, Бюл. № 15.
10. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
11. Датчик влажности почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://mikroshema.com/radiokot-datchik-vlazhnosti-pochvy/.

Ольга Сергіївна Полуденко — студент групи РТт-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com;

Ганна Леонідівна Антонюк — студент групи РТт-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com;

Олег Володимирович Березюк — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru

Ol'ga S. Poludenko — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com;

Hanna L. Antoniuk — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annaantonuik@gmail.com;

Oleg V. Bereziuk — Cand. Sc. (Eng), Associated Professor, Associated Professor of the Chair Security of Life, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru

УДК 621.307.13

Г. Л. Антонюк
О. С. Полуденко
О. В. Березюк

Перспективні пристрої вимірювання вмісту шкідливих речовин у навколишньому середовищі

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Вимірювання стану якості навколишнього середовища сучасного рівня є неможливим лише за допомогою традиційних методів. Тому в цій роботі рекомендується використати станцію контролю навколишнього середовища. Проаналізовані унікальні переваги даної станції.
Ключові слова: газоаналізатор, навколишнє середовище, вимірювання.

Abstract
Measuring a state of surrounding quality environment of modern level is impossible only by means traditional methods. That is why in this work it recommends to use a station of surrounding control environment. Analyse unique advantages of this station.
Keywords: gas analyzer, surrounding environment, measuring.

Вступ

Розвиток промисловості та сільського господарства обумовлює збільшення викидів в навколишнє середовище великих кількостей промислових відходів, продуктів згоряння вуглеводнів та інших хімічно небезпечних і отруйних речовин. Зростання надходжень токсичних речовин у навколишнє середовище, перш за все, впливає на здоров'ї населення, погіршується якість продуктів сільського господарства, відбувається вплив на клімат окремих регіонів і стан озонового шару Землі, загибель флори і фауни [1]. Проблема вдосконалення пристроїв вимірювання вмісту шкідливих речовин в навколишнє середовище, а також прогнозування їх розповсюдження в атмосфері, на сьогодні надзвичайно актуальна, що не в останню чергу є наслідком відсутності адекватного підходу до її вирішення, який би враховував тенденції розвитку екологічного приладобудування. Згідно Концепції сталого розвитку України, охорона навколишнього природного середовища є важливою метою розвитку не тільки виходячи з суто утилітарних потреб суспільства в здоровому харчуванні, чистому повітрі, чистій воді та безпечному довкіллі [2] – збереження природи є критичним фактором виживання людини як біологічного виду [3].

Результати дослідження

На сьогоднішній день вимірювання вмісту шкідливих речовин в навколишньому середовищі можна проводити за допомогою газоаналітичної апаратури, яка в загальному випадку повинна забезпечувати вимірювання і облік викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище. Очевидна також необхідність представлення інформації в зручній формі та видачу попереджень про перевищення поточних викидів над встановленими значеннями [4].

Допустимі відносні похибки вимірювання контрольованих величин при використанні газоаналітичних технічних засобів не повинна перевищувати:
- концентрація оксиду і діоксиду азоту ±15 %;
- концентрація монооксиду вуглецю ±10 %;
- концентрація кисню ±5 %;
- швидкість (витрата) димових газів ±10 %;
- масовий викид (г/с) газоподібних компонентів ±20 %.

Похибки сучасних газоаналізаторів, як правило, менше цих значень, що дозволяє реально забезпечити вимірювання концентрацій шкідливих викидів з високою точністю. З огляду на те, що вимоги до точності вимірювань посилюватимуться, при реалізації газоаналітичних технічних засобів,

рекомендується використовувати вимірювальні системи з відносною похибкою вимірювання, що не перевищує 5–10 %.

Автоматична стаціонарна станція (АСС) являє собою вимірювально-інформаційну систему, призначену для автоматичного безперервного контролю й спостереження за станом навколишнього середовища і великих промислових центрів.

Як приклад можна навести АСС "АТМОСФЕРА-10", яка оснащена сучасними автоматичними газоаналізаторами на загальнопоширені забруднюючі речовини CO, O_3, SO_2, NO/NO_2, які утворюються тваринницькими комплексами [5], під час спалювання твердих побутових відходів [6-8], є одними із складових звалищного газу [9-15] тощо, а також вимірювачем метеопараметрів: температури, відносної вологості навколишнього повітря, атмосферного тиску, швидкості і напряму вітру. АСС оснащена також пневматичними установками, які забезпечують ручний відбір проб повітря для визначення за стандартними методиками масових концентрацій пилу, бензапірену, свинцю, формальдегіду.

Лідером нового покоління автоматичних систем є станція «Airpointer», яка надає можливість проводити високоточні вимірювання якості повітря, залучаючи набагато більше число користувачів з мінімальними витратами, при цьому налаштування, управління та обслуговування надзвичайно прості (рис. 1) [16].

Рис. 1 Станція «Airpointer»: а) загальний вигляд; б) розміщення на опорі

Станція атмосферного контролю «Airpointer» – ідеальний інструмент для контролю атмосфери навколишнього середовища, у т.ч. атмосфери закритих приміщень – аудиторій, лабораторій, конференц-залів. Станція дозволяє виміряти концентрацію CO, O_3, SO_2, NO/NO_2 з допомогою автоматичних газоаналізаторів, працюючих на стандартних оптичних методах (інфрачервоному, флуоресцентному, хемілюмінесцентному) і в широкому діапазоні концентрацій. Використовуються методи вимірювання, прийняті в ЄС.

Система «Airpointer», подібно web-серверу, дозволяє неперервно відстежувати дані в режимі он-лайн в будь-якій точці світу, а для отримання і аналізу даних, калібрування, оновлення та технічної підтримки системи необхідно тільки мати доступ до Інтернету.

Конструкція станції виконана так, що дозволяє легко підключити і додаткові газоаналітичні сенсори на інші гази.

У перспективі станція може бути включена в регіональну мережу моніторингу атмосферного повітря.

Висновки

Таким чином, використання станції «Airpointer» дає незаперечні переваги такі, як простота установки, мінімальні витрати на обслуговування, мале енергоспоживання, мініатюрність і компактність, що дозволяє виконувати вимірювання в будь-якому місці, а крім того, система залишається непомітною у громадських місцях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко В. Г. Забруднення атмосферного повітря / В. Г. Клименко, О. Ю. Цигічко. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2010. – 26 с.

2. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.

3. Програма охорони навколишнього природного середовища м. Харкова на 2008-2012 рр. (№249/08) [Електронний ресурс]. Офіційний сайт Харківської міської ради, міського голови, виконавчого комітету / Про затвердження «Програми охорони навколишнього природного середовища м. Харкова на 2008-2012 рр.» (№249/08). – Режим доступу : http://www.city.kharkov.ua/.

4. Безрук З. Д. Вдосконалення методів і засобів вимірювання концентрацій шкідливих речовин у викидах сміттєспалювальних заводів : дис. … канд. техн. наук : 05.11.13 / З. Д. Безрук. – К., 2014. – 170 с.

5. Брюханов А. Ю. Методика определения воздействия выбросов животноводческих комплексов на атмосферный воздух / А. Ю. Брюханов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2007. – № 79. – С. 86-89.

6. Пузырев Е. М. Основные характеристики поведения ТБО на свалках и нормативы ФРГ на сжигание ТБО и мусора / Е. М. Пузырев, А. П. Баскаков // Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор : Сборник. – Новосибирск : ИТФ, 1999. – С. 214-227.

7. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63-66.

8. Тугов А. Н. Опыт ВТИ по сжиганию твердых бытовых отходов в слоевых топках / А. Н. Тугов, А. Г. Тумановский, В. Ф. Москвичев // Горение твердого топлива : Докл. VIII Всерос. конф. с междунар. участием. – Новосибирск : Изд-во ИТ СО РАН. – 2012. – С. 98.1-98.8.

9. Березюк О. В. Виявлення параметрів впливу на питомий об’єм видобування звалищного газу / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3. – С. 20-23.

10. Ратушняк Г. С. Енергозбереження в системах біоконверсії : навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 83 с.

11. Березюк О. В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 39-42.

12. Березюк О. В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 6. – С. 21-24.

13. Гелетуха Г. Г. Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине / Г. Г. Гелетуха, З. А. Марценюк // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – № 4. – С. 6-14.

14. Березюк О. В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.

15. Березюк О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 5. Технические науки. Физика и математика. – С. 48-52.

16. Порєв В. А. Інформаційно-вимірювальні системи та технології екологічного моніторингу / В. А. Порєв. – К., 2016. – 118 с.

Ганна Леонідівна Антонюк — студент групи РТт-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com;

Ольга Сергіївна Полуденко — студент групи РТт-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com;

Олег Володимирович Березюк — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru

Hanna L. Antoniuk — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annaantonuik@gmail.com;

Ol’ga S. Poludenko — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com;

Oleg V. Bereziuk — Cand. Sc. (Eng), Associated Professor, Associated Professor of the Chair Security of Life, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru

УДК 628.4

О. В. Березюк
Ю. О. Котляр

Сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Україні

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Україні.
Ключові слова: поводження з відходами, тверді побутові відходи.

Abstract
The modern state of appeal with the hard domestic wastes in Ukraine considers.
Keywords: appeal with wastes, hard domestic wastes.

Вступ

До потреб сучасної людини належать, по-перше, потреби, які задовольняють, безпосередньо використовуючи компоненти природи, по-друге, потреби, для задоволення яких необхідне суспільне виробництво. Це відповідно екологічні і економічні потреби, які існують в діалектичному протиріччі. Економічні потреби вимагають інтенсивного використання природних ресурсів, а екологічні – створення умов відтворення природних ресурсів і збереження сприятливого для життя навколишнього природного середовища.

Сьогодні зростання економіки, населення й сфери споживання супроводжується наростанням негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище шляхом збільшення як обсягів відходів, так і їх видів. Економічні потреби людства виявилися більш сильним визначальним фактором для генерування відходів, ніж ініціативи й заходи щодо його попередження.

Проблема переробки відходів стає все гострішою з ростом населення Землі і частки людей, які живуть в містах. У 1900 році в світі проживало 220 мільйонів городян, що становило 13% від загального числа людей, які виробляли менше 300 тис. тонн сміття в день. До 2000 року 2,9 мільярда людей, що живуть в містах (49% населення Землі), виробляли понад 3 млн. тонн твердих відходів на день. До 2025 року обсяги утворених відходів збільшаться у двічі [1].

У разі збереження поточної системи споживання і формування відходів, до 2050 р. людству, яке до того часу зросте приблизно на 2 млрд. чол., буде необхідно підвищити виробництво продовольства на 60% [2]. Проте, світове населення може прогодувати себе з меншою кількістю продовольства, ніж раніше, якщо перейде до стійкого сільського господарства, знизить розмір відходів і припинить надмірне споживання, вважає FAO.

За підрахунками вчених, якщо темпи росту кількості побутових відходів не зменшаться, виробництво сміття в світі до 2100 року, внаслідок зростання чисельності населення до 9,5 млрд. чол. та урбанізації до 80%, зросте в три рази порівняно з нинішнім рівнем і досягне 11 млн. тонн в день [1].

Отже, під час формування системи економічних потреб важливим аспектом є визначення оптимального співвідношення між споживанням і виробництвом, й відповідно для системи екологічних потреб – визначення оптимального співвідношення споживання і можливостей природного середовища.

Проблемам утворення та раціонального використання відходів, як складової ресурсозбереження та екологізації виробництва, присвячено багато наукових праць [3-8]. Однак недостатність досліджень даної проблематики в Україні, що викликає низку проблем у сфері поводження з відходами, обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі.

Результати дослідження

Для чіткого розуміння проблеми відходів, насамперед, дослідимо дану категорію. Відходи – будь-які речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності і не мають

подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення [9]. Іншими словами, відходи – це всі види залишків виробництва та споживання, залишки, що виникають внаслідок техногенних чи природних катастроф.

Тверді відходи (ще існують рідкі і газоподібні) поділяються на відходи виробництва та відходи споживання. Під відходами виробництва розуміють непридатні для виробництва певної продукції види сировини, її залишки, що не вживаються, або речовини, які виникають в результаті технологічних процесів, які не підлягають утилізації у даному виробництві. На цю групу припадає 90% обсягу твердих відходів. Інші 10% складають відходи споживання, за іншою класифікацією вони є твердими побутовими відходами (ТПВ) [10].

Побутові відходи – тип відходів, що створюються у житлово-комунальному господарстві (побуті). До них відносяться відходи, які утворюються в житлових і громадських будівлях, торгових, видовищних, спортивних та інших підприємствах (включаючи відходи від поточного ремонту квартир), відходи від опалювальних пристроїв місцевого опалення, кошторисів, опале листя, що збираються за дворових територій, і великогабаритні відходи.

Між існуванням відносно невеликої маси ТПВ та величезною масою промислових відходів є прямий зв'язок. Адже промислові відходи утворюються на перших стадіях отримання сировини, яка використовується на виробництво товарів [10-14]. Виготовлені товари після нетривалого етапу користування ними стають відходами споживання. Крім того, на виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів витрачається велика кількість енергії, а енергетика, в свою чергу, – один з головних продуцентів промислових відходів. Підраховано, що кожній тонні ТПВ відповідають п'ять тонн промислових відходів на стадії виготовлення продукції і двадцять тонн – на стадії отримання первинних ресурсів з надр.

ТПВ є одним з найбільш вагомих факторів забруднення довкілля і негативного впливу фактично на всі його компоненти. Інфільтрація сховищ, горіння териконів, пилоутворення, інші фактори, що зумовлюють міграцію токсичних речовин, призводять до забруднення підземних та поверхневих вод, погіршення стану атмосферного повітря, земельних ресурсів тощо. Таким чином, збільшення ТПВ є першопричиною накопичення промислових відходів.

Згідно з останніми даними екологів, Україна лідирує в Європі за кількістю відходів. Показники утворення й нагромадження відходів в Україні свідчать про загрозливу екологічну ситуацію в державі. За даними Міністерство екології та природних ресурсів України в нашій державі нагромаджено близько 35-36 млрд. тонн відходів, 7% території, а це більш як 50 тис. т/км^2 заваленні сміттям. З цих 35 млрд. тонн близько 2,6 млрд. тонн є високотоксичними відходами. Варто відзначити, що площа звалищ в нашій країні перевищує площу природних заповідників (7% проти 4,5%). Щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, оскільки полігонів для сміття недостатньо [25]. Більшість існуючих полігонів уже вичерпали свій ресурс, а сміттєві звалища стали фактором антропогенного навантаження на навколишнє середовище. На кожного Українця зараз приходиться більш як 750 тонн відходів. Щорічно утворюється від 670 до 770 млн. тонн, або 15-17 тонн відходів на душу населення.

За даними міністерства охорони навколишнього середовища, щорічно в Україні загальний обсяг ТПВ збільшується на близько 50 млн.м^3, а промислових – на 175 млн. м^3 [13, 14]. В Україні кількість ТПВ не дуже відстає від середньоєвропейського і становить близько 38-40 млн. м^2 щорічно (або близько 10 млн. тонн). Загальна ж маса твердих відходів у країні сягає 1 млрд. тонн щорічно. За своїм складом українські ТПВ відповідають категорії перехідних країн.

Перед країнами відповідних категорій стоять різні завдання щодо ТПВ. Якщо в слаборозвинених країнах з ними пов'язана насамперед санітарно-гігієнічна проблема (велика маса невикористаної органіки сприяє поширенню небезпечних хвороб), то перед розвиненими постають більш складні питання: втрата природних ресурсів, хімічне забруднення і т.п. У так званих перехідних державах (до яких, відповідно до цієї класифікації, відносяться східноєвропейські країни і держави колишнього СРСР, у тому числі і України, а також ряд південноамериканських та східноазійських країн) проблему ТПВ необхідно розглядати як поєднання обох проблем.

Питомі показники утворення ТПВ в Україні в середньому складають 220-250 кг/рік на душу населення, а у великих містах досягають 330-380 кг/рік відповідно, причому ці обсяги зростають в останні роки на 20% в рік [15], тоді як середній європеєць виробляє на рік близько 400 кг ТПВ. Для порівняння: у Бельгії, Великобританії та Німеччині ця цифра сягає 340-380 кг/рік, в Австрії та Фінляндії – близько 600 кг, проте у цих країнах майже усі ТПВ переробляються [16, 17].

За питомими величинами утворення відходів Україна знаходиться в середній ланці європейських країн. Її показники в розрахунку на одну людину становлять 9,9 т/люд./рік. Більш високі цифри фіксуються за даними Євростату у таких країнах як Болгарія, Фінляндія, Естонія, Росія, Румунія. Останнє зумовлено масштабною гірничовидобувною діяльністю у цих країнах [18].

Відходи видобувної промисловості (мінеральні) становлять в Україні домінуючу частину (83%) всіх відходів. Обсяг їх щорічного утворення перевищує 360 млн. тонн, що є найбільшим серед європейських країн показником за винятком Російської Федерації.

В Україні за 2012 рік утворилось близько 59 млн. $м^3$ ТПВ, що дорівнює близько 13 млн. тонн, які захоронюються на 6,7 тис. сміттєзвалищах і полігонах, загальною площею понад 10 тис. га. Українські домогосподарства у 2012 збільшили кількість відходів на 53,9% – до 8 млн. тонн, а підприємства та організації, що отримали дозволи на створення відходів, – на 0,1%, до 442,7 млн. тонн. Утворення відходів в цілому збільшилося несильно – лише на 0,7% до 450,7 млн. тонн. Кількість шкідливих відходів I-III класів небезпеки знизилася на 4,6% – до 1,37 млн. тонн. Частка відходів, видалених у спеціально відведені місця чи спалених без отримання енергії зросла на 2,3% – до 64,3%. Всього у 2012 р. було утилізовано 143,45 млн. тонн відходів, або 6,7%. Обсяг спалювання відходів з метою отримання енергії збільшився на 35,3% – до 1,08 млн. тонн [19].

Значну загрозу для навколишнього природного середовища та здоров'я людини становлять медичні відходи, що містять небезпечні патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. В Україні щорічно утворюється приблизно 350 тис. тонн медичних відходів, що становлять потенційний ризик поширення інфекцій [20].

Окрему проблему становить відпрацьована електрична та електронна техніка, що складає близько 5% від усіх ТПВ, цей вид відходів є дуже небезпечним, оскільки багато з них містять токсичні метали – свинець, ртуть, кадмій, хром та берилій, а також бромовані антипірени, флуорохлоровуглеводні, поліхлоровані біфеніли, полівінілхлорид. Підраховано, що до 70% небезпечних для довкілля та здоров’я людини речовин, що знаходяться в ТПВ, міститься саме в електронних відходах [21].

Через продовольчі відходи, які за оцінками експертів становлять 1,3 млрд. тонн, світові виробники щорічно втрачають до 750 млрд. дол. США зазначають аналітики Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО) [22]. На їх думку, продовольчі відходи призводять не тільки до великих економічних витрат, але й чинять сильний тиск на природні ресурси, загрожуючи клімату, водним, земельним ресурсам. Як зазначив генеральний директор ФАО Жозе Граціану да Сілва, ми не можемо дозволити викидати або втрачати в процесі виробництва третину виробленого продовольства в той час, як 870 млн. людей голодують щодня [22]. За підрахунками ФАО 54% світових продовольчих відходів утворюється на стадії виробництва, збору врожаю та зберігання, 46% втрачаються під час переробки, розповсюдження та споживання [22]. Для зниження обсягу відходів, на думку фахівців, у разі перевиробництва продовольства необхідно повторно використовувати його для споживання людиною, знаходити вторинні ринки збуту або надавати продовольчу допомогу вразливим верствам населення. Якщо ж продовольство не придатне для споживання людиною, його слід передавати на корм тваринам.

Небезпечні відходи в Україні – це також непридатні пестициди й агрохімікати, розосереджені на тисячах занедбаних складів у всіх областях. У світі, за даними ФАО, обсяг зазначених відходів сягає 500 тис. тонн. [17].

Накопичення ТПВ значною мірою залежить від погодних умов, пори року, ступеня благоустрою житлових будинків, рівня життя населення тощо. До речі, визначити структуру вітчизняних ТПВ нелегко – в різних джерелах фігурують дані, які часто дуже різняться між собою. У загальному обсязі ТПВ міститься 10,3-26,4% паперу, 20-40% – харчових відходів, 0,75-3,7% – деревини, 0,2-8% – текстилю, 1-5,8% – металів, 1,1-9% – скла, 0,6-6% – полімерних відходів та інших речовин [23].

Тверді побутові (муніципальні) відходи, на відміну від промислових, характеризуються виключно розосередженістю, і наразі саме вони найбільше і перебувають у центрі уваги. Інфраструктура поводження з ними в нас, на відміну від ЄС, перебуває в зародковому стані. Станом на початок 2013 року в Україні кількість сміттєзвалищ, які перевантажені складає 334 од. (5%), а 878 од. (13%) – не відповідають нормам екологічної безпеки [24]. Неналежним чином проводиться робота з паспортизації, рекультивації та санації сміттєзвалищ. З 2715 сміттєзвалищ, які потребують паспортизації, у 2012 році фактично паспортизовано 587 од. (потребує паспортизації 32% сміттєзвалищ від їх загальної кількості).

Найбільша кількість полігонів, які потребують паспортизації, у Запорізькій області – 84 % від загальної кількості полігонів в області. З 750 сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 182 од. (8% потребує рекультивації). З 455 сміттєзвалищ, які потребують санації, фактично сановано 63 од. (6% потребує санації) [24]. Найбільша кількість полігонів, які потребують рекультивації, у Запорізької області – 84 % від загальної кількості полігонів в області та Івано-Франківській області – 30 %.

Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 671 одиниць. Найбільша потреба у будівництві нових полігонів у Запорізькій області – 58 одиниць та у Дніпропетровській області – 57 одиниць [24].

Завдяки впровадженню в 185 населених пунктах роздільного збирання ТПВ, роботі 12 сміттєсортувальних ліній, 2 сміттєспалювальних заводів і 3 сміттєспалювальних установок у 2012 році перероблено та утилізовано близько 6,2% ТПВ, з них: 2,3% спалено, а 3,9% ТПВ потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи [24].

Через неналежну системи поводження з ТПВ в населених пунктах, як правило у приватному секторі, щорічно виявляється близько 32 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу понад 1 тис. га [25]. Практично всі виявлені у 2012 році несанкціоновані звалища були ліквідовані.

Збирання ТПВ в нашій державі є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 7,5 тис. спеціальними автомобілями 56 спеціалізованих автопідприємств та 650 цехами. Проте рухомий склад спеціалізованих автопідприємств застарілий, майже 75 % автомобілів відпрацювали свій ресурс і підлягають списанню. При нормативі 12 відсотків відновлюється лише 1 відсоток парку. Високий рівень тарифів з надання послуг у сфері поводження з ТПВ призвів до зменшення кількості укладених договорів на ці послуги.

Проте, варто зазначити, що на сьогоднішній день в Україні є тільки 4 сміттєспалювальних заводи – у Києві, Дніпропетровську, Харкові, Севастополі. Працює тільки київський, тобто за фактом у нас не існує галузі з переробки та утилізації відходів [26].

Варто відмітити, що крім спалювання та захоронення мізерна частка ТПВ та відходів 1-3 класу небезпеки в Україні потрапляє на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні підприємства. За цими даними можна зробити висновок, що невідповідність між прогресуючим накопиченням відходів і методами, спрямованими на запобігання їх створення, утилізацію, знешкодження та видалення, загрожує не тільки поглибленням екологічної кризи, але і загостренню соціально-економічної ситуації в цілому [17].

У Європі 10% сміття потрапляє на полігони, решта 90% знову пускають у виробництво [27]. У Данії, Бельгії, Швейцарії, Нідерландах, Австрії, Франції, Італії, США та Японії використовують тверде сміття як вторинна сировина. У більшості країн цей показник перевищує 50%. В Україні цей показник, відповідно до різних джерел, коливається в межах близько 5-15%, хоча потенційні можливості – 75 % [26].

Отже, відмінність України від Європи стосується не кількості твердих побутових відходів, а відсутності належних засобів поводження з ними, зокрема роздільного збору й рециклінгу. Варто відмітити, що в країнах ЄС поводження з цими відходами еволюціонує в останнє десятиліття в напрямі поступального зниження частки спалювання й захоронення на полігонах, хоча в абсолютному вираженні зазначена частка залишається ще досить великою.

Висновки

В Україні, незважаючи на певний прогрес у вирішенні проблеми відходів, стратегія поводження з відходами залишається несформованою. Нестійкою залишається фінансова безпека цієї сфери, що має особливо насторожувати. Зрештою, у цьому сенсі треба менше спекулювати екстремальністю ситуації, не вирішувати проблеми авральним шляхом, а, виходячи зі стратегічних підходів і міжнародного досвіду, формувати прагматичну національну політику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Производство мусора в мире к 2100 году увеличится втрое [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zn.ua/WORLD/proizvodstvo-musora-v-mire-k-2100-godu-uvelichitsya-vtroe-131972_.html.

2. Світове населення можна прогодувати більш ефективно – ФАО [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://vkurse.ua/ua/society/mozhno-prokormit-bolee-effektivno-fao.html.

3. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.

4. Лемешев М. С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.

5. Очеретний В. П. Дрібноштучні стінові матеріали з використанням відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник ВПІ. – 2005. – № 1. – С. 16-21.

6. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник ВПІ. – 2006. – № 4. – С. 5-19.

7. Лемешев М. С. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів : зб. тез доп. / редкол. : А. М. Тугай та ін. В двох частинах. – Ч. 1. – К. : КНУБА, 2011. – С. 125-128.

8. Лемешев М. С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк, О. В. Христич // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.

9. Закон України "Про відходи" № 187/98 від 5 березня 1998 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://sfs.gov.ua/zakonodavstvo/podatkove-zakonodavstvo/normativno-pravovi-akti-z-pitankpr/zakoni-ukraini/61760.html.

10. Очеретний В. П. Дрібноштучні стінові матеріали з використанням відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 1. – С. 16–21.

11. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 4. – С. 5–19.

12. Обгрунтування доцільності використання золошламового в'яжучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, М. С. Лемешев, В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди. Низькоенергоємні в'яжучі, бетони і розчини : Матеріали VIII науково-практичного семінару (30-31 жовтня 2013 р., м. Рівне, НУВГП) «Структура, властивості та склад бетону» : збірник наукових праць. – Рівне : Видавництво НУВГіП, 2013. – С. 186-193.

13. Лемешев М. С. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів : зб. тез доп. / редкол. : А. М. Тугай та ін. В двох частинах. – ч. 1. – К. : КНУБА, 2011. – С. 125-128.

14. Лемешев М. С. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізувального випромінювання / М. С. Лемешев, А. В. Христич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18–23.

15. Матвєєв В. Як спалювати сміття «по-європейськи» // Україна комунальна [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн. : http://jkgportal.com.ua/ua/publication/one/jak-spaliti-smttja-po-jevropejski.

16. Як українці знищували країну // Україна комунальна – 2012. – № 6. – Режим доступу до журн. : http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/jakukrajinc-znishhuvali-krajinu-29583.

17. Довга Т. М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні / Т. М. Довга // Ефективна економіка. – 2012. – №10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн. : http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1491.

18. Інституціональний розвиток сфери поводження з відходами в Україні: на шляху європейської інтеграції / В. С. Міщенко, Ю. М. Маковецька, Т. Л. Омельяненко. – К. : ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», 2013. – 192 с.

19. Кількість відходів в Україні досягла майже 15 млрд. тонн [Електронний ресурс]. - Режим доступу : http://ua.korrespondent.net/business/economics/1562954-kilkist-vidhodiv-v-ukrayini-dosyagla-majzhe-15-mlrdtonn.

20. Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року" № 2818-VI від 21 грудня 2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2818-17.

21. Відходи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.zhivaplaneta.org.ua/diyalnist/vidhody.html.

22. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2012 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.minregion.gov.ua/zhkh/Blahoustri-terytoriy/stan-sferi-povodzhennja-z-pobutovimi-vidhodamiv-ukraini-za-2012-rik.

23. Постанова КМУ "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами" № 265 від 4 березня 2004 р. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF.

24. Інформація щодо впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з побутовими відходами [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.minregion.gov.ua/zhkh/Blahoustri-terytoriy/informaciya-schodovprovadzhennya-suchasnih-metodiv-ta-tehnologiy-u-sferi-povodzhennya-zpobutovimi-vidhodami/.

25. В регіонах мають бути активізовані програми роздільного збору та вторинного використання відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.minregion.gov.ua/news/4457/.

26. Полигон «Украина» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://vybor.ua/article/Zdorovje/poligon-ukraina.html.

27. В Европе 10 % мусора попадает на полигоны, остальные 90 % снова пускают в производство [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zportal.net/clearcity/.

Олег Володимирович Березюк — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru;

Юлія Олегівна Котляр — студент групи ТКт-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sashapoperechnywot@gmail.com

Oleg V. Bereziuk — Cand. Sc. (Eng), Associated Professor, Associated Professor of the Chair Security of Life and Ssafety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru;

Yulia O. Kotl'ar — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sashapoperechnywot@gmail.com

УДК

О. Р. Демедюк

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ЗАХИТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано методи захисту персональних даних від несанкціонованого доступу за допомогою ідентифікації користувачів.

Ключові слова: безпека життєдіяльності, персональні дані, користувач, біометрична ідентифікація, голосова ідентифікація, несанкціонований доступ.

Abstract

Methods of protection of personal data from unauthorized access by identification of users was analyzed.

Keywords: life safety, personal data, user, biometric identification, voice identification, unauthorized access.

Вступ

Сучасна концепція безпеки життєдіяльності в Україні базується на досягненні допустимого ризику, а не недосяжної абсолютної безпеки. Її сутність полягає у прагненні створити такий малий ризик, який сприймає суспільство у певний час, виходячи з рівня життя, соціально-політичного та економічного становища, розвитку науки та техніки. Безпека ж інформації, а особливо персональних даних сьогодні потребує максимального захисту.

Існує велика кількість технічних, інженерних, криптографічних та організаційних методів захисту інформації. Автентифікація користувачів є невід'ємною частиною будь-якої політики безпеки, метою якої є захист від несанкціонованого доступу до даних шляхом підтвердження особи користувача. Існують різні способи здійснення автентифікації, серед яких введення користувачем паролів доступу, PIN кодів, маркерів доступу, методи біометричної автентифікації, тощо.

У зв'язку зі збільшенням кількості потоків інформації, які потребують надійного та ефективного захисту від, в першу чергу, несанкціонованого доступу, виникла потреба в системах ідентифікації користувачів персонального комп'ютера. На сьогоднішній день не існує простих у використанні та максимально ефективних способів, які могли б абсолютно точно розпізнати користувача, який знаходиться за комп'ютером. Саме тому є потреба у розробці ефективного методу автентифікації користувача задля захисту персональних даних від несанкціонованого доступу.

Результати дослідження

Автентифікація – це процес розпізнавання користувача системи і надання йому певних прав та повноважень.

Методи автентифікації умовно можна поділити на однофакторні та двофакторні. Однофакторні методи в свою чергу діляться на:

1) логічні (паролі, ключові фрази, які вводяться з клавіатури комп'ютера чи клавіатури спеціалізованого пристрою);

2) ідентифікаційні (носієм ключової інформації є фізичні об'єкти: дискета, магнітна карта, смарт-карта, штрих-кодова карта тощо);

3) біометричні (в їх основі – аналіз унікальних характеристик людини, наприклад: відбитки пальців, малюнок райдужної оболонки ока, голос, обличчя). [1]

Надійна ідентифікація і автентифікація уповільнюється низкою принципових причин. По-перше, комп'ютерна система ґрунтується на інформації в тому вигляді, в якому вона була отримана; строго кажучи, джерело інформації залишається невідомим. По-друге, майже всі автентифікаційні відомості можна почути, вкрасти чи підробити. По-третє, є протиріччя між надійністю автентифікації з одного боку, і зручностями користувача і системного адміністратора з іншого. Так, з міркувань безпеки

необхідно з певною частотою просити користувача повторно вводити автентифікаційну інформацію (адже на його місце могла сісти інша людина), але це а це підвищує вірогідність підглядання за введенням. По-четверте, чим надійніший засіб захисту, тим він дорожчий.

Найбільш поширеним засобом автентифікації є паролі. Система порівнює введений і раніше заданий для даного користувача пароль; у разі збігу справжність користувача вважається доведеною. Інший засіб, поступово набирає популярність і забезпечує найбільшу ефективність, – секретні криптографічні ключі користувачів. [2]

Необхідно шукати компроміс між надійністю, зручністю, доступністю за ціною адміністрування на ідентифікацію і автентифікацію. Зазвичай компроміс досягається з допомогою комбінування двох перших з вище перерахованих базових механізмів перевірки справжності.

Перелічені заходи доцільно застосовувати завжди, навіть якщо поруч із паролями використовуються інші методи автентифікації, засновані, наприклад, на застосуванні токенів.

Токен – це предмет чи пристрій, володіння яким підтверджує справжність користувача. Токен – це компактний пристрій у вигляді USB-брелока, яке призначений для авторизації користувача, захисту електронного листування, безпечного віддаленого доступу до інформаційних ресурсів, а також надійного зберігання будь-яких персональних даних. Ці пристрої мають власну захищену пам'ять і підключаються безпосередньо до одного з портів комп'ютера (USB, LPT). Розрізняють токени з пам'яттю (пасивні, які лише зберігають, але з обробляють інформацію) і інтелектуальні токени (активні).

Найпоширенішим різновидом токенів з пам'яттю є картки з магнітною стрічкою. Для використання цих токенів необхідно також мати пристрій читання. Головною перевагою застосування апаратної ідентифікації є досить висока надійність. У пам'яті токенів можуть зберігатися ключі, підібрати які хакерам не вдасться. Крім того, у них реалізовано чимало різних захисних механізмів. А вбудований мікропроцесор дозволяє електронному ключу не тільки брати участь у процесі ідентифікації користувача, але й виконувати деякі інші корисні функції. Недоліком апаратної ідентифікації є висока ціна. Взагалі ж останнім часом вартість як самих токенів, так і програмного забезпечення, що може працювати з ними, помітно знизилася. [3]

Пристрої контролю біометричних характеристик складні, і недешеві, тому вони як правило застосовуються лише у специфічних організаціях з високими вимогами до безпеки.

Останнім часом здобуває популярність автентифікація шляхом з'ясування координат користувача. Ідея у тому, щоб користувач посилав координати супутників системи GPS (Global Positioning System), що знаходяться у зоні прямої видимості. Оскільки орбіти супутників не завжди стабільні, передбачити які дуже складно, підробка координат виявляється практично неможливою. Нічого не дає і перехоплення координат – вони постійно змінюються. Безперервна передача координат не потребує від користувача будь-яких додаткових зусиль, і тому він може легко багаторазово підтверджувати свою справжність. Апаратура GPS порівняно недорога і апробована, у тому випадку, коли легальний користувач має перебувати у певному місці, даний метод перевірки справжності є досить привабливим.

Біометричні системи ідентифікації включають системи доступу по відбитку пальця, запаху, ДНК, формі вуха, геометрії особи, температурі шкіри обличчя, клавіатурного почерку, відбитку долоні, малюнку вен долоні, структурі сітківки ока, малюнку веселкової оболонки ока, підпису та голосу.

Перевага біометрії полягає в тому, що ці параметри завжди знаходяться при людині, їх не можна забути, втратити, передати комусь, вкрасти і досить важко відтворити.

Принциповий недолік всіх методів біометрії, крім мовного, полягає у сталості використовуваного біометричного коду, тому відбитки пальців або долонь, малюнок райдужної оболонки і риси обличчя незмінні для індивідуума. Цей недолік перешкоджає застосуванню цих методів у випадках, що вимагають особливо високої надійності ідентифікації особистості, оскільки незмінний біометричний код може бути лічений шляхом зловмисного вторгнення в програму розпізнавання. [4, 5]

Пристрої контролю біометричних характеристик складні, і недешеві, тому вони як правило застосовуються лише у специфічних організаціях з високими вимогами до безпеки.

Системи голосової біометрії не вимагають дорогої апаратної підтримки, універсальність полягає в можливості використання як при безпосередньому контакті з реєструючої апаратурою, так і при віддаленому доступі, наприклад, по каналах телефонних дротових або мобільних ліній. Це дає можливість легко адаптувати системи автентифікації на основі голосової біометрії до різних умов використання і сферам застосування. Автентифікація диктора за довільним текстом застосовується в криміналістиці для встановлення належності різних мовних висловлювань одному й тому ж дикторові,

при сегментації записів стенограм або інтерв'ю на ділянки мовлення, що належать кожному з учасників розмови, а також при встановленні особи без зазначення його ідентифікатора серед порівняно невеликої кількості дикторів.

Тому голосова біометрія є перспективним методом верифікації особистості як з точки зору надійності, так і з точки зору широти областей застосування та зручності, оскільки використовувати голосову автентифікацію можна навіть на значній відстані використовуючи телефон. Сьогодні це значно полегшує життя багатьох ділових людей.

Проблема параметризації мовного сигналу в контексті створення автоматичних систем розпізнавання мови (АСРМ) актуальна і потребує вирішення. Аналізуючи сучасні методів параметризації мови, відсоток слів, які вірно розпізнаються, коливається в широкому діапазоні від 20% до 99%. Такий результат вони дають тому, що не враховують безліч факторів, які впливають на зміну вхідних даних голосу диктора. Цього явно недостатньо для створення ефективних АСРМ, в яких максимально припустима помилка розпізнавання не повинна перевищувати 2%. [5]

Висновки

На основі розглянутих методів захисту персональних даних за допомогою ідентифікації користувачів найбільш доступним та ефективним є метод голосового підтвердження дійсності особи. Враховуючи недоліки існуючих методів постала необхідність у розробці нового підходу розпізнавання голосу диктора, що ляже в основі ефективної АСРМ. Розроблений підхід повинний забезпечувати автентифікацію голосу користувача як у тихій так і у шумній місцевості, та можливість розпізнати записаний голос користувача від живого (можна здійснити за допомогою певного словника, що буде використовувати система для створення довільних фраз-ключів), легкість у користуванні системою (невеликі та легкі фрази-ключі). Адже кінцевою метою створення автоматичних систем розпізнавання мови є здатність машини розпізнавати слова в акустичному сигналі з ефективністю, не меншою в порівнянні з аналогічною здатністю людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hautamäki V. Approaching Human Listener Accuracy with Modern Speaker Verification. Interspeech / V. Hautamäki, 2010. – 1476 c.
2. Mak M. Utterance partitioning with acoustic vector resampling for GMM–SVM speaker verification. Speech Communication / M. Mak, 2011.
3. Wang D. Bayes Factor Based Speaker Segmentation for Speaker Diarization. Interspeech / D. Wang, 2010. – 1408 c.
4. Laskowski K. Modeling instantaneous intonation for speaker identification using the fundamental frequency variation spectrum / K. Laskowski. – M.: Proc. Internat. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2009), Taipei, Taiwan, April 2009.
5. Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / В.Ф. Шаньгин – М.: ДМК Пресс, 2012. – 592 с.

Демедюк Олександра Русланівна — студентка групи 2УБ-13б, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lexa_333@mail.ru.

Науковий керівник: Кобилянська Ірина Миколаївна – канд. пед. наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: jen4u@mail.ru.

Demediuk Oleksandra R. – Department of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lexa_333@mail.ru.

Supervisor: Kobylyanska Irina M. – Cand. Sc. (Ped.), Assistant Professor of Department of Life Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: jen4u@mail.ru.

УДК 681.1

Т. В. Коняєв[1]

ШПИНДЕЛЬНИЙ ВУЗОЛ АГРЕГАТНОГО ВЕРСТАТА

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто розроблену оригінальну конструкцію підрізно-розточувальної бабки шпиндельного вузла агрегатного верстата. Приводиться принцип роботи та її основні функціональні призначення. Описуються переваги і недоліки розробленої конструкції.

Ключові слова: шпиндель, агрегатний верстат, бабка, пружина, підрізання.

Abstract

The developed original design of the scoring-boring head of the spindle unit of the machine tool is considered. The principle of work and its main functional purposes are given. Advantages and disadvantages of the developed design are described.

Keywords: spindle, aggregate, headstock, spring, undercut.

Вступ

Агрегатні верстати – це верстати-напівавтомати, що виготовлені в основному зі стандартних і нормалізованих вузлів і деталей, а також застосовують у серійному й масовому виробництві. На агрегатних верстатах обробка ведеться одночасно більшим числом інструментів, що дозволяє значно підвищити продуктивність у порівнянні з універсальними верстатами. Агрегатні верстати дозволяють одночасно обробляти кілька поверхонь, розташованих під різними кутами. Обробка взаємно зв'язаних поверхонь деталі за одну установку більшим числом інструментів не тільки підвищує продуктивність праці, але й значно збільшує точність їхнього взаємного розташування.

Одним із важливих частин шпиндельного вузла агрегатного верстата є розточні, свердлильні і фрезерні бабки. Розточувальні бабки служать для передачі ріжучому інструменту обертального (головного) руху при розточуванні, обточуванні, зенкуванні, підрізуванні торців інструментом з осьовою подачею.

Результати дослідження

На кафедрі галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету було розроблену оригінальну конструкцію підрізно-розточувальної бабки шпиндельного вузла агрегатного верстата [1, 2]. Бабка підрізна складається зі шпинделя 1 (рис. 1), що обертається в напрямній втулці 2 на радіально-упорних підшипниках 3 і 4. У фланцях 5 і 6 установлені ущільнення (манжети) 7 і 5, що запобігають забрудненню внутрішньої порожнини головки й запобігає витіканню мастила.

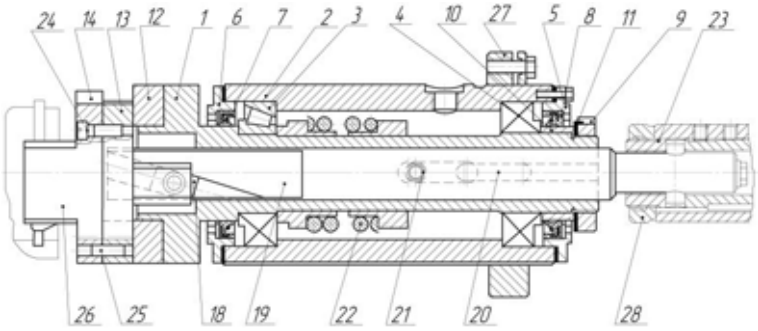


Рис. 1. Бабка підрізна клинова

Затягування підшипників здійснюється гайкою 9 через втулку 10. Гайка стопориться шайбою 11. На шийку шпинделя 1 насаджений фланець 12 з напрямним пазом під каретку 13. Каретка в

напрямному пазу фіксується планками 14. Орієнтується фланець 12 на шпинделі штифтом 15, а планки 14 на фланці 12 штифтами 16. Планки 14 і фланець 12 кріпляться до шпинделя гвинтами 17. В отвір хвостовика каретки 13 входить сухар 18, що перебуває у з'єднанні з похилим пазом качалки 9. Качалка 19 фіксується в шпинделі шпонкою 20 і через штифт 21 сприймає зусилля пружини 22.

Підрізно-розточувальна бабка шпиндельного вузла агрегатного верстата працює наступним чином. При переміщенні силового вузла вперед підрізна головка переміщується разом з ним доти, поки гайка 27 не дотикнеться торця напрямної втулки пристосування. Переміщення головки вперед припиняється, але качалка 19 разом із силовим вузлом продовжує рух. При цьому каретка 13 із різцетримачем 26 й різцем переміщується в радіальному напрямку і виконує необхідну обробку.

При відводі силового вузла назад пружина 22 утримує головку від переміщення доти, поки штифт 21 не дотикнеться стінки паза шпинделя 1. За цей час каретка 13 і різцетримач 26 повертається у вихідне положення. Необхідне положення різця щодо оброблюваної деталі в осьовому напрямку забезпечується регулюванням гайки 27. Кінцеве положення різця, обумовленого налагодженням інструментальної головки, забезпечується регулюванням гайки 28.

Висновки

Розроблена конструкція підрізно-розточувальної бабки шпиндельного вузла агрегатного верстата дозволяє перетворювати і редукувати повздовжню подачу силового вузла в радіальну подачу каретки із закріпленим на ній різцетримачем із інструментом [3, 4]. Бабка застосовується для підрізання торців, підрізання зовнішніх і внутрішніх канавок, зняття фасок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Искович-Лотоцкий Р. Д. Математическое моделирование усилия на рабочем органе вибропресса с гидроимпульсным приводом / Р. Д. Искович-Лотоцкий, Я. В. Иванчук, Я. П. Веселовский // Сборник трудов по материалам международного научного симпозиума технологов-машиностроителей «Перспективные направления развития финишных методов обработки деталей; виброволновые технологии»: (Ростов-на-Дону, 14-17 сентября 2016г.). – Ростов н/Д: ДГТУ, 2016. – С. 64-68.

2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Моделювання процесу теплообміну в шпиндельному вузлі установки для розпилення вольфраму / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Є. І. Івашко // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2013. – №2(191) Ч.1 – С. 63 – 68.

3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012. – 156 с.

4. Іскович-Лотоцький Р. Д. Гібридне моделювання вузлів установки для розпилення порошків металів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Н. Р. Веселовська, Я. В. Іванчук, Є. І. Івашко, Я. П. Веселовський // Міжвузівський збірник наукових праць "НАУКОВІ НОТАТКИ". – Луцьк, 2013. – Випуск 41. Частина 2. – С. 40 – 44.

Коняєв Тарас Віталійович — студент групи 1М-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: ***Іванчук Ярослав Володимирович*** – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Konyaev Taras V. — Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: ***Ivanchuk Yaroslav V.*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 681.1

А. В. Козловський[1]

ПРИВОД ПОВОРОТНИХ СТОЛІВ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто розроблену оригінальну конструкцію поворотного столу агрегатного верстата, що дозволяє усунути недолік складності переналагодження стола на іншу кількість позицій. Приводиться принцип роботи та її основні функціональні призначення.

Ключові слова: поворотний стіл, агрегатний верстат, кроковий двигун, пружина, зубчаста передача.

Abstract

The developed original design of the rotary table of the aggregate machine is considered, which allows eliminating the lack of complexity of changing the table for a different number of positions. The principle of work and its main functional purposes are given.

Keywords: rotary table, aggregate machine, stepper motor, spring, gear.

Вступ

Агрегатні верстати – це спеціалізовані верстати. Їх створюють у відповідності з вимогами технологічного процесу для обробки конкретних деталей, що дозволяє використати широкі можливості диференціації і концентрації технологічних операцій, багатопозиційної обробки, обробки деталі одночасно з декількох сторін тощо [1, 2]. Важливим вузлом агрегатного верстата є силовий поворотний стіл, який виготовляється з різними механічними передачами та приводними механізмами. В агрегатних верстатах для подачі заготовок в робочу зону, а також для обробки деталі одночасно в різних площинах використовують поворотні столи, які оснащенні механізмами із зворотно-поступальним прямолінійним та ділильно-поворотними рухами.

Результати дослідження

На кафедрі галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету було розроблено оригінальну конструкцію привода поворотного стола агрегатного верстата [1, 2]. На рисунку 1 зображено кінематичну схему поворотного стола з гідроприводом, що містить поворотний електрогідравлічний кроковий двигун 1, вал якого через пружну муфту 2 з'єднано з швидкохідним валом черв'ячного редуктора 3.

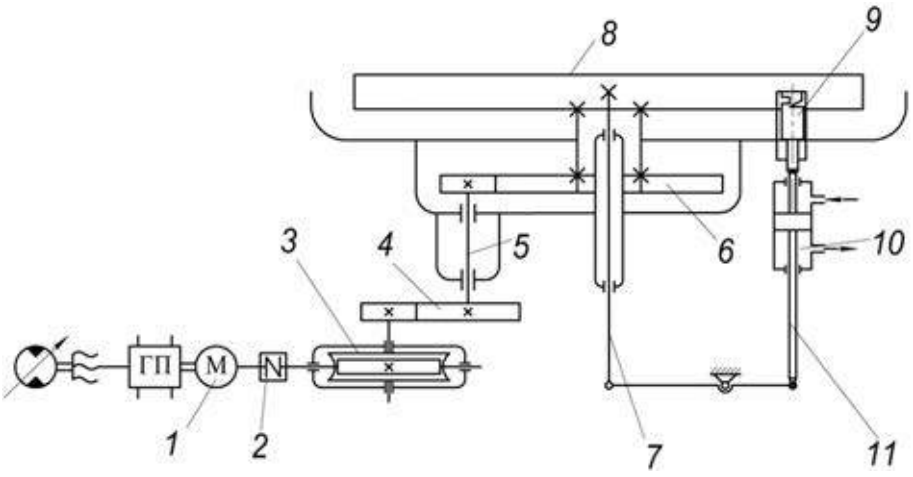


Рис. 1. Кінематична схема поворотного стола агрегатного верстата з гідроприводом

На вихідному кінці тихохідного валу редуктора 3 закріплено шестерню відкритої прямозубої циліндричної передачі 4, зубчасте колесо якої консольно розміщене на проміжному валу 5 привода, встановленого вертикально. На протилежному кінці зазначеного вала нерухомо встановлено шестерню прямозубої циліндричної передачі 6, яка зчеплена з зубчастим колесом цієї передачі, що закріплена на торцевій поверхні силового стола 8. Фіксація за позиціювання стола здійснюється механізмом фіксації 9, який через два штоки гідроциліндра 10 та важільний механізм 11 зв'язаний з валом поворотного стола. За допомогою важільного механізму 11 здійснюється одночасне розвантаження стола і виведення фіксуючого елемента з контакту зі столом.

Висновки

Заміна рейкової та зубчастої пари механічних передач, за умови обмеженого габаритного простору, дозволило розробити конструкцію привода поворотного стола агрегатного верстата, що дозволяє усунути такий суттєвий недолік, як складність переналагодження стола на іншу кількість позицій.

Тому розробка ефективного привода поворотного столу з кроковим електрогідравлічним двигуном і передавальним механізмом, які забезпечують значну кількість позицій без переналагодження є актуальною техніко-економічною задачею [3, 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов И. В. Теоретические исследования процессов потокового фильтрования влажных дисперсных сред в пищевой промышленности // И. В. Севостьянов, Я. В. Иванчук // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Vol. 15, No 4 – 2013, – С. 90 – 96.

2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Моделювання процесу спряженого теплообміну в установці для утилізації відходів // Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016, – №3(126). – С. 51 – 57.

3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці гідроімпульсного привода віброударного пристрою для розвантаження кузовів-самоскидів транспортних засобів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків, 2014. – Випуск 148.Частина 1. – С.95–101.

4. Іскович-Лотоцький Р. Д. Гібридне моделювання вузлів установки для розпилення порошків металів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Н. Р. Веселовська, Я. В. Іванчук, Є. І. Івашко, Я. П. Веселовський // Міжвузівський збірник наукових праць "НАУКОВІ НОТАТКИ". – Луцьк, 2013. – Випуск 41. Частина 2. – С. 40 – 44.

Козловський Андрій Владиславович — студент групи 1М-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: ***Іванчук Ярослав Володимирович*** – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Kozlovkiy Anriy V. — Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: ***Ivanchuk Yaroslav V.*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 534-16

Поліщук Л. К.

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ СТРІЛИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНОЇ СТРІЧКИ З РОЛИКООПОРАМИ КОНВЕЄРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація *Запропоновано залежності для визначення динамічних навантажень, що діють на роликоопори стрічкового конвеєра за нерівномірного розподілу вантажу на робочому органі і сприймаються металоконструкцією стріли.*

Ключові слова: динамічне навантаження, стрічковий конвеєр, роликоопори, металоконструкція стріли.

Abstract *A dependence for determination of the dynamic loads that acting on the idler frame of belt conveyor uneven of the distribution of load on working body and perceived by metalware arrows was proposed.*

Keywords: dynamic loads, belt conveyor, idler frame, boom metal construction.

Вступ

Під час руху стрічки конвеєра з розосередженим вантажем опорні ролики сприймають інерційні навантаження, що передаються на стрілу у перпендикулярному до її осі напрямі. Якщо вантаж уздовж стрічки розподілений рівномірно і швидкість руху стрічки не змінюється, то сили інерції є сталими і не викликають коливальних явищ у механічній системі. Однак, в реальних умовах експлуатації конвеєрів спостерігається нерівномірний розподіл вантажу по довжині стрічки, що обумовлює динамічний характер навантажень несівної конструкції. Для вивчення коливальних явищ у механічній системі конвеєра з метою оцінки динамічних складових напружень, що виникають в основних несівних елементах стріли, постає потреба у визначені діючих на ці елементи динамічних навантажень.

Результати дослідження

Розрахункова схема натягнутої й обіпертої на ролики стрічки конвеєра зображена на рис. 4.11, де l – відстань між осями сусідніх роликів; r – діаметр ролика; A, B і C – точки, що розмежовують зони прилягання стрічки до ролика і зони провисання стрічки; l_1 – відстань між крайніми точками зони провисання стрічки; δ – відстань від вертикальної осі поперечного перерізу ролика до крайніх точок зони прилягання стрічки до ролика; Axy – декартова система координат, у якій розглядається рух стрічки з вантажем (вісь абсцис проходить через точки A, B і C); ζ – відстань від осі абсцис до лінії центрів поперечних перерізів роликів; l_1+δ–x – відносна координата деякого перерізу стрічки щодо осі поперечного перерізу ролика. Крім декартової системи координат Axy скористаємося натуральною криволінійною координатою s, що має початок у точці A і проходить уздовж осі здеформованої стрічки.

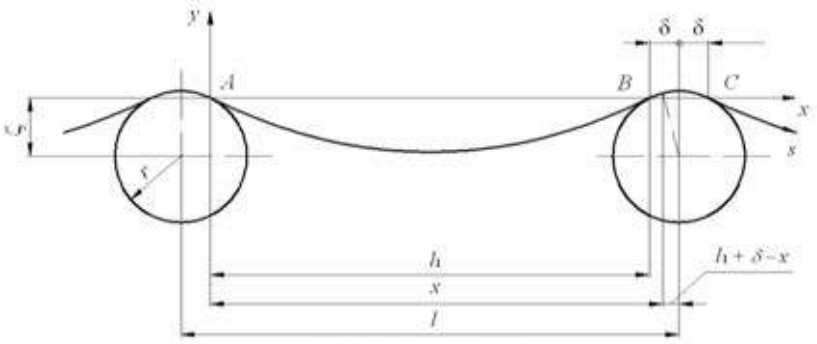


Рисунок 4.11 – Розрахункова схема обпертої на ролики стрічки конвеєра

Для визначення динамічних навантажень на ролик обчислюємо інерційні навантаження зон провисання стрічки, розташованих зліва і справа від ролика, та силу інерції, що діє на зону прилягання стрічки до ролика,

$$F_{ll}(t)=\int_0^{l_1}\mu(t,x)w(x)dx,\ F_{lr}(t)=\int_0^{l_1}\tilde{\ }\qquad)dx,\ F_r(t)=\int_{l_1}^{l}\mu(t,x)w(x)dx, \tag{1}$$

де погонна маса стрічки з вантажем

$$\tilde{\ }\qquad)\left\{1+k_\mu\sin\left\langle\omega_s\left\{\int_0^x\sqrt{1+\left[y'(\xi)\right]^2}d\xi+S-vt\right\}\right\rangle\right\}, \tag{2}$$

тут μ_0 і k_μ – усереднене значення і коефіцієнт нерівномірності розподілу погонної маси стрічки з вантажем; $\omega_s = 2\pi/T_s$ – циклічна частота розподілу вантажу, причому, T_s – період розподілу вантажу по стрічці.

При визначенні сили інерції прискорення $w(x)$ отримано після подвійного диференціювання наближеного рівняння траєкторії руху стрічки [1].

Реакції точок закріплення лівої і правої зон провисання стрічки з вантажем будуть

$$R_{al}(t)=\frac{F_{ll}(t)\left[l_1-x_{fl}(t)\right]}{l_1},\ R_{bl}(t)=\frac{F_{ll}(t)x_{fl}(t)}{l_1},$$
$$R_{ar}(t)=\frac{F_{lr}(t)\left[l_1-x_{fr}(t)\right]}{l_1},\ R_{br}(t)=\frac{F_{lr}(t)x_{fr}(t)}{l_1}, \tag{3}$$

де $x_{fl}(t)$, $x_{fr}(t)$ – відстані від лівих точок закріплення зон провисання стрічок з вантажем до ліній дії рівнодійних сил інерції на відповідні зони,

Динамічне навантаження ролика в напрямі, перпендикулярному до осі стріли, з урахування (1), (3) буде

$$P(t)=R_{bl}(t)+R_{ar}(t)-F_r(t). \tag{4}$$

Висновок

Отримані співвідношення для динамічної сили, що діє на стрілову конструкцію через роликоопори, дозволяють визначити циклічно змінні напруження в металоконструкції стріли підіймально-транспортної машини під час її експлуатації і вивчити їх вплив на деградацію механічних властивостей матеріалу [2] та тріщиноутворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кухта К. Я. Исследование сложных непрерывно-дискретных систем [Текст] / К. Я. Кухта, А. Г. Бойко, И. З. Гармаш и др. – Киев: Наукова думка, – 1981. – 154 с.

2. Харченко Є. В. Оцінювання експлуатаційної деградації профільної сталі стріли буртоукладника[Текст] / Є. В. Харченко, Л. К. Поліщук, О.І. Звірко // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2013. – № 4(49). – С. 77–82. (Kharchenko E. V., Polishchuk L. K., Zvirko O. I. Estimation of the in-service degradation of steel shapes for the boom of a clamp-forming machine // Materials Science. – 2014. – 49, № 4. – P. 501–507).

Поліщук Леонід Клавдійович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

E-mail: leo.polishchuk@gmail.com

Polishchuk Leonid K. – Cand. Sc. (Eng.), Professor of Industrial Engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

E-mail: leo.polishchuk@gmail.com

УДК 621.777.01

В. В. Снігур[1]

ІНЕРЦІЙНИЙ ВІБРОПРЕС–МОЛОТ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено високу ефективність технологічного процесу формоутворення заготовок з порошкових матеріалів за допомогою вібраційної і віброударної обробки. Висока степінь інтенсифікації процесу ущільнення заготовки досягається застосуванням оригінальних інерційних вібропрес–молотів з гідроімпульсним приводом.

Ключові слова: формоутворення, рівнощільність, гідроімпульсний привод, вібропресове обладнання, порошковий матеріал.

Abstract

A certain high efficiency of the technological process of shaping blanks from powder materials with the help of vibration and vibro–impact processing. A high degree of intensification of the process of compacting the workpiece is achieved by using original inertial vibropress hammers with a hydroimpulse drive.

Keywords: shaping, equal density, hydropulse drive, vibropress equipment, powder material.

Вступ

Широке використання знаходять вібраційні та віброударні технологічні процеси, а також обладнання для їх реалізації [1–3]. Встановлено, що прикладання до об’єктів обробки корисних вібрацій або ударних імпульсів дозволяє значно інтенсифікувати протікання ряду технологічних процесів, забезпечити оптимальність параметрів навантаження і одержати виріб з високими якісними параметрами. Зокрема, при пресуванні заготовок вироби з порошкових матеріалів (карбідів, боридів тощо) середня щільність і рівнощільність по об’єму заготовок збільшується на 60–70 % в умовах безвідходного виробництва. Тому до вібраційного обладнання для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів висуваються підвищені вимоги. Воно повинно мати порівняно просту конструкцію, високу надійність, низькі металоємність і енергоємність та забезпечувати якість формованого виробу. Тому розробка сучасного перспективного технологічного комплексу формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні є актуальною задачею.

Результати дослідження

У порівнянні з іншими способами пресування, вібраційне та віброударне пресування (ВУП) забезпечує виконання технічних вимог до заготовки більш економічно. Останнє пояснюється значним зниженням робочого зусилля у порівнянні із зусиллям статичного пресування, що призводить до зменшення зносу деталей прес–форм. Також це забезпечує можливість виготовлення заготовок з виробів складної конфігурації, великих габаритів і тонкої стінки. Їх виробництво раніше було утруднено або практично неможливо.

Для реалізації ВУП пресування порошкових матеріалів застосовується спеціальне обладнання. Це обумовлено різними варіантами рекомендованих схем навантаження заготовки при обробці, і різноманіттям типів приводів механізмів генерування вібрацій, чи віброзбуджувачів. Перспективним є застосування інерційних вібропрес–молотів (ІВПМ) з гідроімпульсним приводом (ГІП), що обумовлене простотою конструкції, компактністю, високою енергоємністю, широким діапазоном регулювання робочих параметрів та можливістю роботи в автоматизованому режимі.

У Вінницькому національному технічному університеті на замовлення Броварського заводу порошкової металургії (Україна) був створений новий тип гідравлічних ІВПМ [4–5] (рис. 1). Новий тип обладнання враховує усі вимоги, що висуваються до способу формоутворення заготовок з карбідокремнієвих порошкових матеріалів.

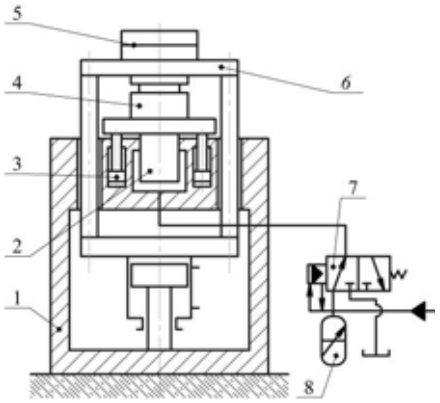


Рис. 1. Конструктивна схема інерційного вібропрес–молота

Особливість даної машини – наявність рухомої траверси 6 із змінним інерційним вантажем 5, що інтенсифікує процес ущільнення заготовки 4. В осьовій розточці станини 1 розміщений плунжер 2 виконавчої ланки, зв'язаного зі станиною 1 елементами пружного повернення 3. Направляючі колони 9 рухомої траверси 6 пропущені в розточки станини 1, а на нижній поперечині 10 закріплений циліндр 11 установочних переміщень. В залежності від вимог технології на машині, створеній по такій схемі, можна забезпечити вібраційний або віброударний режим пресування порошкових матеріалів. Режими пресування визначаються умовами взаємодії рухомих елементів самої машини, а також способом підключення і налагодження клапана–пульсатора 7 і гідроакумулятора 8 ГІП.

Висновки

Проаналізовано процес формоутворення заготовок з порошкових матеріалів і визначено збільшення середньої щільності заготовок на 60–70 %, відносно статичного пресування, вібраційним і віброударним способом обробки на основі розробленої перспективної структури вібропресових формувальних машин, типів приводів та їх характеристик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Iskovych–Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych–Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern–European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – №1/1(85). С. 9–17.

2. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно–європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.

3. Искович–Лотоцкий Р. Д. Вибрационные и виброударные нагрузки при механических испытаниях деталей и узлов машин / Р. Д. Искович–Лотоцкий, О. Д. Манжилевский, Я. В. Иванчук // Сборник трудов по материалам международного научного симпозиума технологов–машиностроителей «Интегрированные, виброволновые технологии в машиностроении, металлообработке». – Ростов–на–Дону, 2014. – С. 177–189.

4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.

5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Основи резонансно–структурної теорії віброударного розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський// Вісн. Дніпропетр. нац. ун–ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2014. – №5(53) – С. 109 – 118.

Снігур Віталій Васильович — магістр групи 1ГМ–16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e–mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: ***Іскович–Лотоцький Ростислав Дмитрович*** – д–р. техн. наук, професор, завідувач кафедрою галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Іванчук Ярослав Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Snigur Vitaliy V. — Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e–mail: ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: ***Iskovich–Lototsky Rostislav D.*** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Ivanchuk Yaroslav V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 681.1

Д. В. Турчик[1]

ПЕРСПЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ ВЕРСТАТІВ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто перспективну конструкцію коробки швидкостей верстатів на основі приводу зі складеною структурою, яка дозволяє розширити діапазон регулювання швидкостей і підвищення ККД. Приводиться їх класифікація та принцип побудови структурної формули.

Ключові слова: верстат, коробка швидкостей, привод, шпиндель, передаточне число.

Abstract

The perspective design of the machine speed box based on the folded structure drive is considered, which allows to expand the range of speed control and increase the efficiency of machine tools. Their classification and the principle of constructing a structural formula are introduced.

Keywords: machine, gearbox, drive, spindle, gear ratio.

Вступ

Одним з основних вузлів токарно-гвинторізного верстата є коробка швидкостей. Призначення коробки швидкостей полягає в тому, щоб забезпечити можливість обробки визначеного діапазону матеріалів та розмірів деталей з заданими режимами різання. Сучасні конструкції коробок швидкостей повинні задовольняти ряд експлуатаційних, технологічних та технічних вимог. Для забезпечення потрібної точності та чистоти оброблювальної поверхні, необхідна плавна робота передач і безвібраційне обертання шпинделя. Таким умовам може задовольняти привод з безступінчастим регулюванням чисел оборотів шпинделя. Однак в теперішній час набули розповсюдження приводи головного руху з ступінчастим регулюванням [1, 2], як більш прості по конструкції та експлуатації, мають більш високий ККД та відносно низьку собівартість.

Результати дослідження

Велика різноманітність різних конструкцій коробок швидкостей можна поділити на окремі типові конструкції. Тип і призначення коробки швидкостей як правило визначається призначенням верстата. Коробки швидкостей розрізняються як по елементам передачі руху так і по їх кінематичному призначенню і конструктивному виконанню.

Проведені досліди металорізальних верстатів універсального типу показали, що час роботи верстатів на різних ступенях неоднаковий. В більшості універсальних верстатів – токарно-гвинторізних (середніх розмірів і важких), карусельних, розточних, радіально-свердлильних, револьверних (пруткових) на крайні (нижню та верхню) чверті діапазону ступенів числа оборотів шпинделя приходиться 25÷30% часу роботи, причому в деяких моделях верстатів (1А62, 1К62, 1722, 2А55 та ін.) на нижню чверть діапазону приходиться 5÷10% машинного часу. Зона найчастіше використовуваних швидкісних ступенів, як і зона найбільш повного використання потужності, у більшості верстатів розташовуються в другій і третій чвертях діапазону регулювання.

Виходячи з цього підвищення продуктивності верстата можна досягти застосуванням нерівномірного геометричного ряду із знаменником φ_1 для середніх і $\varphi_2 = \varphi^2_1$ для крайніх ступенів діапазону швидкостей.

Отримання нерівномірного геометричного ряду з найчастішими швидкісними ступенями чисел оборотів в середині діапазону здійснюється зміною характеристики останньої переборної групи по відношенню до нормальної. Побудова простих коробок швидкостей з нормальною структурою для різного діапазону зміни чисел оборотів неможлива внаслідок обмеженості передаточних відношень зубчатих коліс.

Найбільш перспективними на даний час є коробки швидкостей із складеною структурою приводу,

що дозволяє здійснювати передачу руху шпинделю по різним кінематичним ланцюгам. Один із ланцюгів, призначений для передачі вищих швидкостей, називається коротким, інші – довші для малих швидкостей.

Враховуючи різноманітність складених структур, їх класифікують по таким ознакам:

– по кількості додаткових структур (теоретично їх кількість може бути будь-якою). Найбільш раціональні структури з однією (рис. 1, а) або з двома (рис. 1, б, в, г) додатковими структурами;

– по способу з'єднання додаткових структур. Додаткові структури можуть з'єднуватись паралельно (рис. 1, б), послідовно (рис. 1, в) і паралельно-послідовно (рис. 1, г).

Останній вид з'єднання не забезпечує строго геометричного ряду чисел оборотів і значно ускладнює конструкцію.

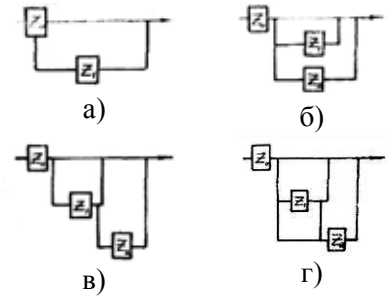


Рис. 1. Способи з'єднання додаткових структур

По способу передачі руху від основної структури приводу на вихідний вал, коробки швидкостей за складеною структурою приводу діляться на такі, де:

– рух від основної структури передається на вихід приводу через постійну передачу (рис. 2, а);

– рух передається безпосередньо на вихід приводу (рис. 2, б);

– рух від основної структури на вихід приводу не передається (рис. 2, в).

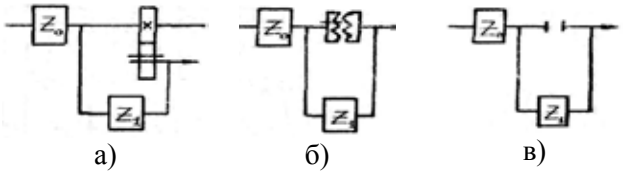


Рис. 2. Способи передачі руху від основної структури приводу на вихідний вал

Структурна формула приводу з однією додатковою структурою має вигляд:

$$Z = Z_0 (Z_1 + Z_2),$$

де Z – загальна кількість чисел оборотів привода, Z_0 – кількість чисел оборотів в загальній частині складових приводів, Z_1 – кількість чисел оборотів в швидкісному (короткому) ланцюгу, Z_2 – кількість чисел оборотів в тихохідному (довгому) ланцюгу.

Структурні сітки для складених структур будуються по тим же правилам, що і прості множильні структури з врахуванням розташування складових структур в межах свого діапазону регулювання.

Висновки

Застосування приводу зі складеною структурою дозволяє розширити діапазон регулювання швидкостей без введення переборного пристрою, отримувати високі швидкості обертання шпинделя по короткому кінематичному ланцюгу, що приводить до зменшення втрати потужності і підвищення ККД верстата [3, 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017, – №1/1(85). С. 9–17.

2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.

3. Искович-Лотоцкий Р. Д. Вибрационные и виброударные нагрузки при механических испытаниях деталей и узлов машин / Р. Д. Искович-Лотоцкий, О. Д. Манжилевский, Я. В. Иванчук // Сборник трудов по материалам международного научного симпозиума технологов-машиностроителей «Интегрированные, виброволновые технологии в машиностроении, металлообработке». – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 177–189.

4. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.

Турчик Дмитро Володимирович — студент групи 1М-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: ***Іванчук Ярослав Володимирович*** – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Turchik Dmitro V. — Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: ***Ivanchuk Yaroslav V.*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.74

Р. Д. Іскович-Лотоцький
В. П. Міськов

ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПОДІЛЬНИКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *У тезах розглянуто конструкції електромагнітів, способи керування та їх кріплення до корпусу електрогідравлічного розподілювача, що використовуються у гідроімпульсному приводі, наведено їх конструктивні і технологічні характеристики та надано рекомендації щодо їх використання у електрогідравлічних розподілювачах за різних режимів роботи.*
Ключові слова: гідроімпульсний привод, корисні вібрації, електрогідравлічний розподілювач.

Abstract. In this theses the consructions of electromagnets, methods of controlling them and methods of their attaching to the body of electro-hydraulic distributor were observed, that used in hydro-impulsive drive, also there are presented their constructive and technical specifications and recommendations of using them of electro-hydraulic valves for different modes.
Keywords: hydro-impulsive drive, useful vibrations, electro-hydraulic valve.

Основна частина

Першим кроком з вибору електрогідравлічних розподілювачів як віброзбуджувачів гідроімпульсного привода є дослідження їхніх робочих і конструктивних характеристик. До них можливо віднести: витрату рідини через розподілювач; швидкодію; робочий діапазон тиску у гідросистемі; тип запірного елемента; можливість кріплення розподілювача; форму електромагніта та його розташування.

Швидкодія електрогідравлічного клапана залежить від швидкодії електромагніта і його силових характеристик, які визначаються [4]: формою якоря (круглі, квадратні і т. п.); формою котушки (з пресованим каркасом, зі збірним каркасом, дискові, спіральні); кількістю і формою обмотки (порядова, шахматна, нерівномірна); способом руху якоря електромагніта відносно його обмотки (з втяжним якорем; з зовнішнім якорем, що притягується; з зовнішнім якорем, що рухається поперечно).

Електромагніти з втяжним якорем мають великий хід якоря і високу швидкодію, але розвивають малу потужність. Елетромагніти з зовнішнім якорем, що притягується, і з зовнішнім якорем, що рухається поперечно, мають невелике переміщення якоря (одиниці міліметра) і розвивають велике зусилля.

Електромагніти здатні працювати як на постійному, так і на змінному струмі. Однак електромагніти постійного струму застосовуються набагато ширше, ніж електромагніти змінного струму, оскільки при однакових розмірах вони розвивають більше тягове зусилля, мають більш високу стабільність параметрів, конструктивно простіші і дешевші. Для їхнього живлення використовується мережа змінного струму з вбудованим випрямлячем. Характерною рисою є їхня здатність працювати тільки в схемах двопозиційного («відкрите» – «закрите») керування. Це пояснюється тим, що регулювальний орган (вентиль, клапан і т. д.) може знаходитися тільки в двох кінцевих положеннях, що відповідає двом можливим положенням сердечника електромагніта. Наприклад: перше – струм включений, сердечник притягнутий і розподілювач відкритий; чи друге – струм відключений, сердечник не притягнутий і розподілювач закритий.

Принципово можливе створення багатопозиційного (на три положення і більше) виконавчого електромагнітного механізму. Однак вирішення цієї задачі пов'язано зі значними труднощами, тому широкого поширення багатопозиційні електромагніти не одержали.

За принципом дії ЕМ розділяються на дві групи:

1. розраховані на тривале обтікання котушки соленоїда електричним струмом; при подачі напруги живлення якір соленоїда втягується (при цьому, наприклад, розподілювач відкривається), а повертається він у вихідне положення при знятті напруги (розподілювач закривається). Основними недоліками при цьому є постійне споживання електроенергії і помилкові спрацьовування при зникненні напруги живлення;

2. з короткочасним обтіканням котушок соленоїда електричним струмом; вони складаються з двох електромагнітів – тягового і засувки. Тяговий електромагніт призначений для втягування якоря соленоїда, напруга живлення на його котушку подається короткочасно. Утримання якоря в робочому стані після знеструмлення тягової котушки здійснюється механічно спеціальною засувкою. Повернення у вихідний стан здійснюється шляхом короткочасної подачі напруги на котушку електромагніта засувки, що звільняє поворотну пружину, і якір соленоїда закривається.

За призначенням електромагніти розділяють на:

1. утримувальні, призначені для фіксації положення феромагнітних тіл, наприклад, електромагніти для підйому предметів з феромагнітних матеріалів. Вони не здійснюють роботи, від них потрібна лише певна сила, на яку вони розраховуються;

2. приводні, котрі служать для переміщення виконавчих пристроїв. Ці електромагніти здійснюють певну роботу і тому розраховуються на певну силу і переміщення.

ЕМ можуть працювати при живленні своїх обмоток як постійним, так і змінним струмом. Однак електромагніти змінного струму, у загальному випадку, мають значно гірші параметри, ніж електромагніти постійного струму, оскільки при однакових розмірах розвивають менше зусилля, мають меншу чутливість і значно гіршу стабільність параметрів, а також конструктивно складніші і дорожчі через необхідність використання шихтованого магнітопроводу.

Електромагніти у електрогідравлічних розподілювачах можуть кріпитись по-різному (рис. 4). Електромагніти з втяжним якорем в основному розміщуються по осі руху запірного елемента (рис. 4, а); з зовнішнім якорем, що рухається поперечно також знаходяться на одній осі з запірним елементом; з зовнішнім якорем, що притягується, можуть розташовуватись як збоку, так і зверху відносно запірного елемента.

Електромагніти також бувають односторонньої (рис. 4, а, б) і двосторонньої дії (рис. 4, в, г). Електромагніти односторонньої дії з втяжним якорем і якорем, що притягується, для повернення у початкове положення використовують пружні елементи. Для повної автоматизації вібраційного обладнання слід використовувати електромагніти двосторонньої дії.

Висновки

Під час аналізу електромагнітів для електрогідравлічного розподілювача як віброзбуджувача гідроімпульсного привода встановлено, що використання електромагнітів з втяжним якорем, які працюють на постійному струмі, полегшить процес керування та підвищить швидкодію електрогідравлічного розподілювача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода : Справочник / Е. И. Абрамов, К. А. Колесниченко, В. Т. Маслов. – К. : Техніка, 1977. – 320 с.

2. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Т. М. Башта – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.

3. Дрючин О. О. Електротехнічні пристрої. Частина 1. Електричні машини та апарати : навчальний посібник / О. О. Дрючин, А. В. Рудик, О. М. Возняк. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 150 с.

4. Свешников В. К. Гидрооборудование: Международный справочник. Книга 2. Гидроапаратура: Номенклатура, парметры, размеры, взаимозаменяемость. – М. : ООО «Издательский центр «Техинформ»МАИ», 2002. – 508 с.

6. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібраційне пресування порошків вібропрес-молотом з електрогідравлічним керуванням / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. П. Міськов // Збірник наукових праць, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Вип. 2(41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – 393 с. – С. 66–72.

7. Іскович-Лотоцький Р. Д. Експериментальний вібропрес-молот з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. П. Міськов // Вібрації в техніці та технологіях. – 2015. – № 2(78). – С. 80–86. ISSN 2306-8744

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович, д.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет, кафедра «Галузеве машинобудування», завідувач кафедри, e-mail: 19dynamokyiv94@gmail.com.

Міськов Вадим Петрович, к.т.н., Вінницький національний технічний університет, кафедра «Галузеве машинобудування», старший викладач, e-mail: vadimmiskov@mail.ru.

Iskovich-Lototskiy Rostislav Dmitrovich, doctor of engineering sciences, professor, Vinnytsa national technical university, heard of department «Engineering breanch», e-mail: 19dynamokyiv94@gmail.com.

Miskov Vadim Petrovich, Candidate of engineering sciences, senior lecturer of department «Engineering breanch», Vinnytsa national technical university, e-mail: vadimmiskov@mail.ru.

УДК 621.717

І. В. Севостьянов

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ РОЗЧИНЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН У БІОЛОГІЧНИХ ДОБРИВАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядається схема установки для послідовного багатостадійного розчинення мінеральних речовин у біологічних добривах за рахунок їх безперервного перемішування, підігрівання та перетирання.

Ключові слова: *багатостадійне розчинення, мінеральні речовини, біологічні добрива, шнековий змішувач, установка.*

Abstract

The scheme of installation for consecutive multiphasic dissolution of mineral substances in biological fertilizers at the expense of their continuous hashing, heating and retyranny is considered in this report.

Keywords*: multiphasic dissolution, mineral substances, biological fertilizers, amalgamator, installation.*

Вступ

Мінеральні речовини (макро- та мікроелементи), такі як натрій, калій, кальцій, фосфор, залізо, магній, хлор, сірка, фтор, цинк та інші – є вкрай необхідними в оптимальних кількостях для життєдіяльності людини, рослин і тварин. Але через дуже низький вміст цих речовин у земній корі (0,1 – 0,01% і менше) [1] людина та інші живі організми часто отримують їх у недостатній кількості. Одним з найбільш ефективних способів підвищення вмісту мінеральних речовин у сільськогосподарської продукції, в тому числі в зернових культурах, овочах та фруктах є їх додавання у біологічні добрива, що у свою чергу, вносяться у ґрунт, у якому дана продукція вирощується. Проблема полягає в тому, що внесення мінеральних речовин у добрива методом їх простого змішування та подальшого витримування не забезпечує достатньо високого ступеню розчинення. В даному випадку для повного розчинення розглядуваних речовин, залежно від їх кількості та виду добрив потрібно від декількох тижнів до декількох місяців. До цього ж маса деяких елементів, що вносяться у добрива складає від декількох десятків грам до декількох кілограм на тону добрив, через це виникає ще одна проблема із забезпеченням рівномірності їх розподілення по об’єму порції добрив. Інтенсифікація процесів розчинення шляхом нагрівання суміші (до температур вищих 60 °С) окрім суттєвого збільшення їх енергоємності призводить до загибелі у добривах багатьох корисних бактерій [2]. Використання з цією ж метою хімічних реактивів також обумовлює збільшення вартості процесу розчинення та знищення біологічного середовища. У зв’язку із цим, задача розробки обладнання для високопродуктивного низькоенергоємного та рівномірного розчинення мінеральних речовин у біологічних добривах є досить актуальною.

Результати дослідження

На рисунку 1 наведена схема пропонованої установки для багатостадійного термомеханічного розчинення мінеральних речовин у біологічних добривах. Порція добрив обсягом, що відповідає сумі внутрішніх об’ємів установки через патрубок 1 поступово завантажується у циліндр шнекового змішувача 3. Привод шнека забезпечує електродвигун 5 та редуктор 4. Одночасно через патрубок 2 в установку подаються мінеральні речовини. Подача останніх налаштовується таким чином, щоб забезпечити рівномірність їх розподілення по об’єму порції добрив. В середині циліндра змішувача 3 під час переміщення добрив та мінеральних речовин відбувається їх попереднє змішування. Після виходу зі змішувача суміш потрапляє у бак 6, в середині якого установлені трубки 7. По трубках подається пара або гаряча вода, в результаті чого суміш, рухаючись через бак 6 уздовж стінок трубок, нагрівається до температури 40 – 50 °С, що сприяє кращому розчиненню у добривах введених мінеральних речовин. Для запобігання утворення грудок у середовищі суміші на виході з бака 6 в його нижній частині установлені набори обертових дискових фрез 8 та вали з обертовими призматичними молотками 9. Далі суміш висипається у проміжок між зубчастими колесами 10, які

безперервно обертаються, забезпечуючи найбільш інтенсивне перетирання суміші та розчинення мінералів у добривах. Після проходження між зубцями коліс 10 суміш скидається на стрічковий конвеєр, подається до вікна вертикального шнекового транспортера 12, піднімається останнім до патрубку 13 і знову потрапляє у шнековий змішувач 3. За відсутності подачі нової порції добрив та мінералів через патрубки 1, 2, порція суміші, яка вже знаходиться в установці може пройти через описані стадії змішування необхідну кількість разів до повного розчинення мінералів. Тоді рух стрічки конвеєра 14 змінюється на протилежний і порція добрив з розчиненими мінералами подається конвеєром до контейнера 11. Після звільнення внутрішніх об'ємів установки від першої порції через патрубки 1 і 2 завантажується друга, потім третя порція і т.д. При цьому керування заслінками, що закривають та відкривають патрубки 1 і 3, а також вмикання реверсу конвеєра 14 забезпечує автоматика, яка попередньо налаштовується з врахуванням заданої оптимальної тривалості процесу розчинення мінералів у порції добрив.

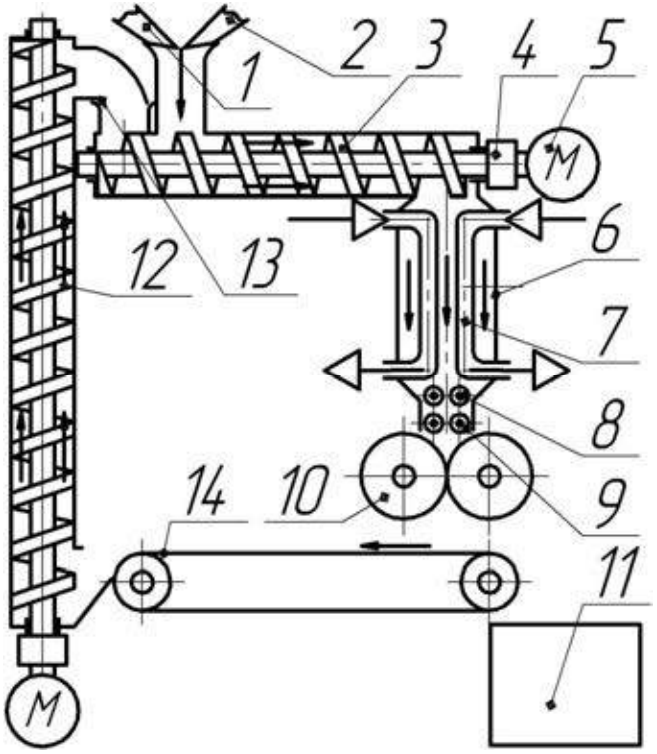


Рисунок 1 – Схема установки для багатостадійного розчинення мінеральних речовин у біологічних добривах

Висновки

У запропонованій установці реалізується метод комбінованого термомеханічного розчинення мінеральних речовин у біологічних добривах, що поєднує високу продуктивність та помірну енергоємність при забезпеченні гарантовано повного розчинення мінералів в основі та широких можливостей для зміни робочих параметрів процесу розчинення з врахуванням виду та характеристик добрив і мінералів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпова Е. А. Роль удобрений в циклах микроэлементов в агроэкосистемах/ Е. А. Карпова //Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева), 2005. – т. XLIX. - №3. – С. 20 – 25.

2. Волова Т. Г. Введение в биотехнологию. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 187 с.

Іван Вячеславович Севостьянов – доктор технічних наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivansev70@ gmail.com.

Ivan V. Sevostyanov – doctor of technical science, professor, professor of the industrial engineering department, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, ivansev70@gmail.com.

УДК 621.717

І. В. Севостьянов,
В. Л. Луцик

УСТАНОВКА ДЛЯ БАГАТОСТАДІЙНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядається схема установки для послідовного багатостадійного зневоднення відходів харчових виробництв (спиртової барди, пивної дробини, бурякового жому, кавового та ячмінного шламу) з метою їх подальшого використання в якості добавок до сільськогосподарських кормів або як палива..

Ключові слова: *багатостадійне зневоднення, відходи харчових виробництв, дебалансний привод, шнековий прес, установка.*

Abstract

The scheme of installation for consecutive multiphasic dehydration of a waste of food manufactures (spirit bards, a beer pellet, beet press, coffee and barley slime) for their further use as additives to agricultural forages or as fuel is considered in this report.

Keywords*: multiphasic dehydration, a waste of food manufactures, debalance drive, worm-type levelling press, installation.*

Вступ

На ряді вітчизняних підприємств харчової промисловості проблема утилізації відходів, таких як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий та ячмінний шлам, є однією з найбільш актуальних. У більшості випадків дані відходи виливаються на спеціальні земельні ділянки, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Але після зневоднення відходів до вологості 20 – 25% вони можуть використовуватись як цінні високопоживні добавки до сільськогосподарських кормів або в якості палива. Відоме обладнання для механічного зневоднення вологих дисперсних матеріалів (шнекові преси, декантерні центрифуги, сепаратори) не забезпечують вказаної вище кінцевої вологості відходів, термічне зневоднення у розпилювальних, вакуумних та барабанних сушарках є досить енергоємним (740 – 2500 кВт·год/т), а хімічне та біологічне зневоднення – малопродуктивним (тривалість очищення порції фільтрату відходів – 10 – 40 год), крім цього для здійснення цих способів потрібно дуже громіздке та дороге обладнання [1]. У зв'язку із вищевикладеним, найбільш ефективними, принаймні для попереднього зневоднення відходів харчових виробництв, слід вважати механічні способи.

За результатами проведених автором експериментів та розрахунків досить раціональним є спосіб тристадійного двокомпонентного віброударного зневоднення на установці з гідроімпульсним приводом [2], який також відноситься до механічних способів і забезпечує продуктивність за зневодненими відходами – 20 ÷ 25 т/год, енергоємність – 2,7 кВт·год/т, при кінцевій вологості відходів – 20 ÷ 25%. Але установка для здійснення даного способу є досить складною конструктивно, дорогою у виготовленні та недостатньо надійною при її використанні в умовах потокового виробництва. Тому була поставлена задача розробки схеми більш простої установки, яка б також забезпечувала вказані вище показники ефективності.

Результати дослідження

На рисунку 1 наведена схема установки для багатостадійного зневоднення відходів харчових виробництв. Відходи з початковою вологістю 90 – 95% подаються через патрубок 7 у шнековий прес 8, привод якого здійснюється від електродвигуна 5 через редуктор 6. Під час переміщення та стискання у пресі з відходів видаляється рідинна фаза, що витікає через дрібні наскрізні отвори у стінках циліндра преса, закриті з середини фільтрувальною сіткою (на схемі не показані). На виході з шнекового преса вологість відходів складає порядку 74 – 76% [1]. Далі відходи через гнучкий гумовотканинний рукав 24 та заслінку 26, що відкривається за допомогою гідроциліндра 25,

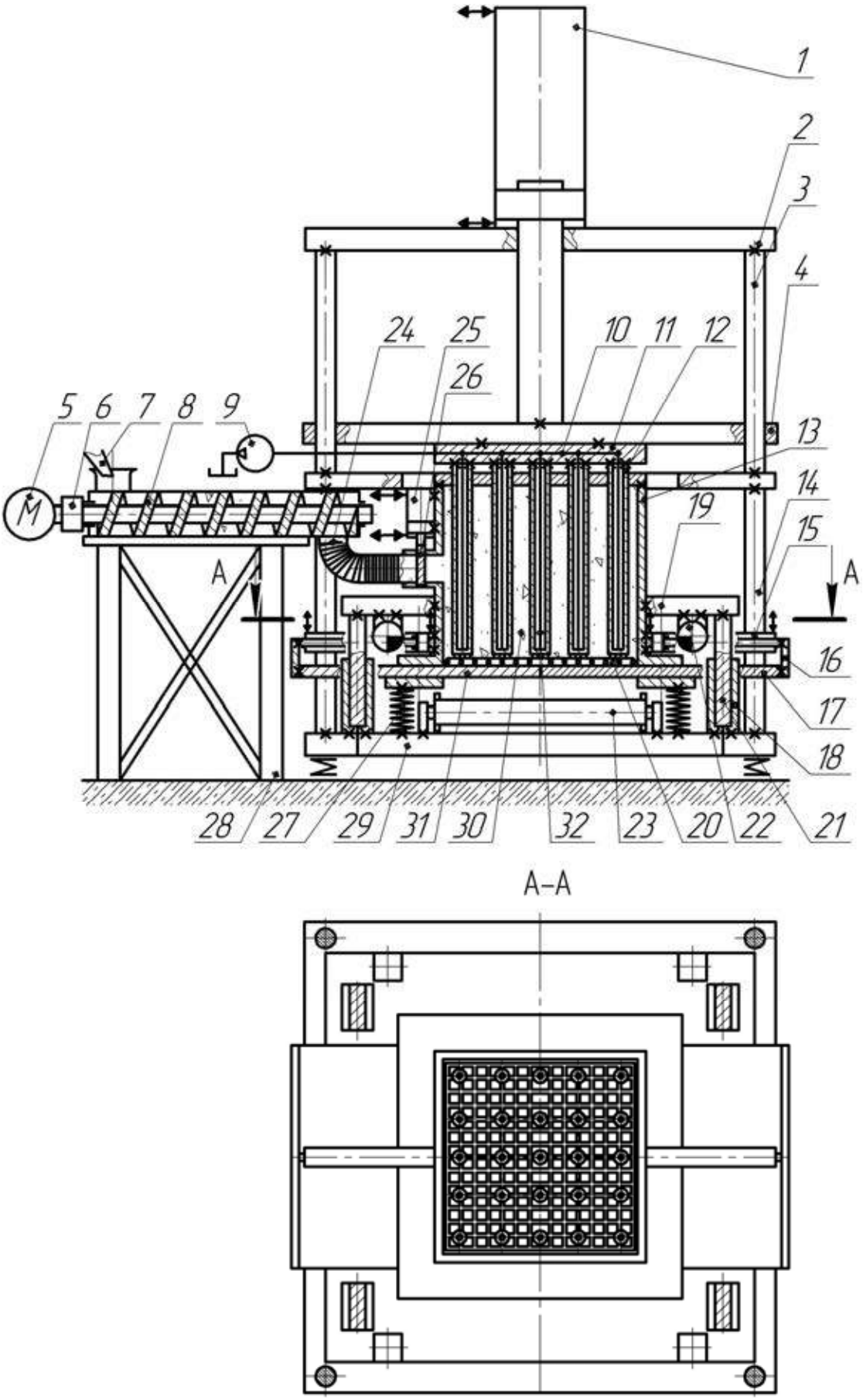


Рисунок 1 – Схема установки для багатостадійного зневоднення відходів харчових виробництв

подаються до прес-форми 13. При цьому рухома траверса 4 з плитою 10 та трубками 12 знаходиться у верхньому положенні (піднімання та опускання траверси забезпечує гідроциліндр 1, установлений на верхній поперечині 2 та гідропривод (на схемі не показаний). Після заповнення прес-форми 13 шнековий прес 8 вимикається, заслінка 26 опускається, вмикається гідропривод гідроциліндра 1. Робоча рідина під тиском подається у поршневу порожнину гідроциліндра, штокова порожнина з'єднана зі зливом. Поршень гідроциліндра 1 та зв'язані з ним рухома траверса 4, плита 11 та труби 12 опускаються. Труби 12, які виконують функцію пуансонів при опусканні стискають відходи у прес-формі 13. Здійснюється статичне пресування порції відходів 30. Витиснена при цьому рідинна фаза проходить через дрібні отвори у стінках труб 12 закритих зовні фільтрувальною сіткою (на схемі не показані) у осьові порожнини труб, звідки за допомогою компресора 9 засмоктується у тонкі вертикальні трубки 32 та по каналу 10 у плиті 11 відводиться на злив. Також рідинна фаза відводиться з порції 30 через дрібні отвори у стінках прес-форми 13 та у плитах 17, 31, що закриті з середини фільтрувальною сіткою (на схемі не показані). Дані отвори виконані тільки до половини товщини стінок прес-форми 13 та плит 17, 31 і сполучаються один з одним поздовжніми каналами (як у плиті 11) по яких рідина відводиться на злив. Після припинення витікання з прес-форми рідини при увімкненому гідроприводі вмикаються електродвигуни приводів чотирьох дебалансних вібраторів 22, при обертанні яких створюються вертикальні зворотно-поступальні переміщення вібростолу 19 та пов'язаної з ним прес-форми 13. Спрямований вертикальний рух столу 19 та пов'язаних з ним елементів забезпечують чотири призматичні напрямні 21, закріплені на нижній поверхні вібростолу, що входять у відповідні стакани, пов'язані із нижньою поперечиною 29. Зв'язок з останньої прес-форми 13 забезпечують чотири пружини 27. Під час переміщень вібростолу 19 вверх пружини 27 стискаються, а порція відходів 30 у прес-формі 13 піддається інерційному та статичному навантаженню з боку труб 12 та рухомої траверси 4. Наприкінці ходів вібростолу 19 вниз, які здійснюються під впливом сил тяжіння рухомих елементів та сил пружності стиснених пружин 27, напрямні 21 доходять до упору в стакани 18 і порції відходів передаються ударні імпульси, що сприяє більш інтенсивному видаленню з них рідинної фази. Після зневоднення відходів до вологості 20 – 25% приводи вібраторів 22 вимикаються. Робоча рідина від гідроприводa подається під тиском у поршневі порожнини гідроциліндрів 15 та у штокову порожнину гідроциліндра 1. Поршні гідроциліндрів 15 розходяться в протилежні сторони і через кронштейни 16 передають рух плитам 17, 31. Одночасно піднімається поршень гідроциліндра 1 і разом з ним рухома траверса 4, плита 11, труби 12 та пов'язана з останніми решітка 20, зварена із загострених ножів (див. також розріз А – А на рисунку 1). Ножі ріжуть і ламають спресовані у прес-формі відходи 30, які через відкрите днище прес-форми висипаються на стрічковий конвеєр 23 та відводяться. Після звільнення прес-форми 13 від відходів плити 17, 31 за допомогою гідроциліндрів 15 переміщуються у вихідні положення, закриваючи нижній переріз прес-форми, а рухома траверса 4 з плитою 11 та трубами 12 за допомогою гідроциліндра 1 піднімаються вверх. Після піднімання вверх заслінки 26 гідропривод вимикається. Запускається електродвигун 5 привода шнекового преса 8, починається цикл зневоднення наступної порції відходів.

Висновки

Запропонована установка забезпечує багатостадійне періодично-потокове зневоднення відходів харчових виробництв з використанням способів статичного та віброударного пресування, зі збільшенням від стадії до стадії інтенсивності навантаження порції відходів, що дозволяє при найбільш раціональному використанні енергії та з достатньо високою продуктивністю послідовно видаляти з відходів вільну, капілярно-зв'язану та адсорбційно-зв'язану рідину. У порівнянні із попередньо розробленими установками для багатостадійного зневоднення наведена у доповіді установка має більш просту конструкцію та більш високу надійність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов И. В. Процессы и оборудование для виброударного разделения пищевых отходов [Текст]: монография/ И. В. Севостьянов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 417 с.

2. Севостьянов І. В. Розробка та дослідження установки для двокомпонентного віброударного зневоднення відходів харчових виробництв / І. В. Севостьянов, О. В. Поліщук, А. В. Слабкий // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2015. - №5/7(76). - С. 40 - 46.

Іван Вячеславович Севостьянов – доктор технічних наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivansev70@ gmail.com.

Луцик Владислав Леонідович – аспірант кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: azznll@bigmir.net .

Ivan V. Sevostyanov – doctor of technical science, professor, professor of the industrial engineering department, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, ivansev70@gmail.com.

Vladislav L. Lutsic – graduate student of the industrial engineering department, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, azznll@bigmir.net

УДК 621. 91 + 62 – 82

М.В. Марущак
Р. Р. Обертюх

МЕТОДИКА ПРОЕКТНОГО РОЗРАХУНКУ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет; факультет Машинобудування та транспорту; кафедра Галузевого машинобудування.

Анотація

Викладено методику проектного розрахунку пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів, силова ланка якого поєднана в одній конструкції з генератором імпульсів тиску (ГІТ) та механічним акумулятором – накопичувачем потенціальної енергії у вигляді двох, паралельно установлених прорізних пружин.

Запропонована методика проектного розрахунку дозволяє за простими залежностями визначити всі основні енергетичні, силові та геометричні параметри пристрою.

Ключові слова: амплітуда; віброударний; генератор імпульсів тиску; гідроімпульсний; деформація; енергія; енергоносій; жорсткість; зміцнення; поршень – ударник; прорізна пружина; тиск; циклограма; частота.

Abstract

In article had expounded of calculation project methodology to device for strain hardening materials, his power element is connected in one design with a pressure pulse generator (PPG) and mechanical accumulator which accumulate potential energy and has the form two parallel installed slotted springs.

Proposed calculation project methodology allows using simple dependencies to calculate all basic energy, force and geometrical parameters of the device, which was considered in the article.

Keywords: amplitude; vibration - percussive; pressure pulse generator; hydro - pulse; deformation; energy; energy carrier; rigidity; strengthening; piston - percussionist; slotted spring; pressure; cyclorama; frequency.

Вступ

Методика проектного розрахунку гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів ґрунтується на результатах теоретичних на експериментальних досліджень гідроімпульсних приводів і пристроїв різного технічного та технологічного призначень[1 – 3].

Під час проектних розрахунків гідроімпульсних приводів і пристроїв на їх базі зміст і склад основних початкових даних визначається, в першу чергу, призначенням приводу чи пристрою, потрібним діапазоном регулювання робочих параметрів виконавчої ланки, таких, наприклад, як частота проходження імпульсів тиску, що створюються генератором імпульсів тиску (ГІТ) приводу чи пристрою, та амплітуда вібрацій виконавчої ланки, тиск «відкриття» ГІТ та максимальна інерційна маса виконавчої ланки приводу чи пристрою.

Окрім перерахованих початкових даних, також у технічному завданні на розробку такого типу обладнання (виробів) необхідно задавати:

– максимальне технологічне зусилля F_m або максимальну кінетичну енергію E_k в кінці робочого ходу виконавчої ланки приводу чи пристрою (задавання F_m чи E_k визначається специфікою технічного (технологічного) призначення виробу);

– спосіб організації комунікацій між ланками гідроімпульсного привода чи пристрою, в першу чергу, гідроапаратурою, що входить в систему цих виробів;

– орієнтовні маси рухомих елементів ГІТ,силових і виконавчих ланок виробів;

– діапазони регулювання попередніх деформацій пружних елементів регуляторів ГІТ, силових і виконавчих ланок виробів;

– квалітети точності спряжень напрямних поверхонь рухомих з'єднань ГІТ, силових і виконавчих та інших ланок виробів;

– за необхідності, мінімально можливі, виходячи із заданої точності та умов забезпечення потрібної герметичності, додатні перекриття запірних елементів ГІТ виробів;

– марку матеріалів основних деталей ГІТ та інших відповідальних ланок виробів;

– допустимі швидкості $[V]$ руху робочої рідини (енергоносія) в напірних і зливних гідролініях виробів (привода чи пристроїв) і ГІТ та через відкриті щілини запірних елементів ГІТ.

Описані загальні початкові дані, необхідні для проектного розрахунку гідроімпульсних пристроїв (чи приводів) для деформаційного зміцнення матеріалів, можуть доповнюватись додатковими даними для конкретних схемних і конструктивних особливостей пристрою.

Методика проектного розрахунку гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів

Методику конкретного проектного розрахунку гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів розглянемо для пристрою, структурно-розрахункова схема якого зображена на рис. 1 [4]. Особливістю цього пристрою є те, що його силова, пружні та розподільні ланки поєднані таким чином, що одночасно виконують функції ГІТ, силового гідроциліндра та механічного акумулятора-накопичувача потенціальної енергії.

Силовою ланкою пристрою є поршень-ударник 1 на ступінчастому штокові 1.1 якого установлено ударний наконечник 1.2 (інструмент). Поршнева частина поршня-ударника 1 з боку штока 1.1 оформлена як розподільна ланка ГІТ з першим ступенем герметизації по фасці діаметром d_1 і другим ступенем герметизації золотникового типу по діаметру d_2 поршня-ударника 1. Напрямна частина поршня-ударника 1 виконана у вигляді прорізної пружини 1.3. Всі елементи поршня-ударника 1 є однією деталлю, що розміщується в корпусі (гідроциліндрі) пристрою (на рис. 1 умовно не показаний).

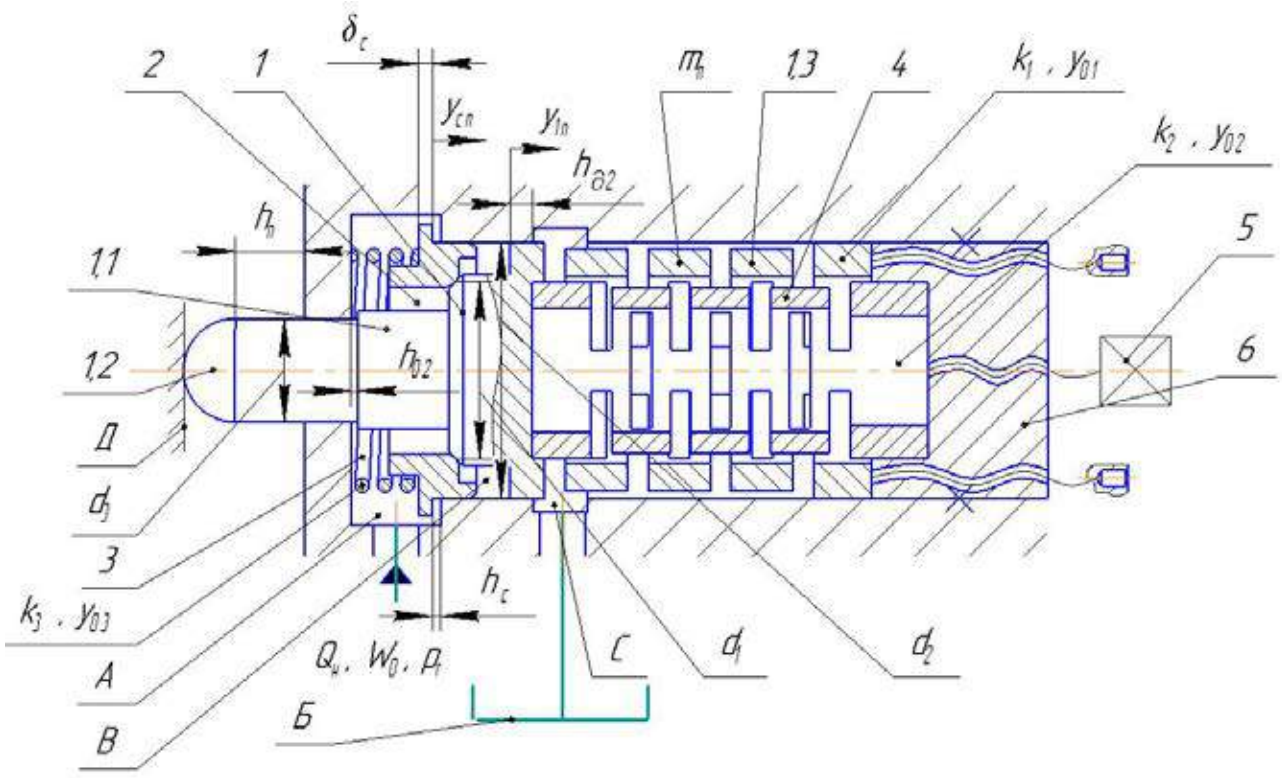


Рисунок 1 – Структурно-розрахункова схема гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів з вбудованим ГІТ

Фаскова частина (перший ступінь герметизації розподільного елемента ГІТ) поршня-ударника 1 взаємодіє з фаскою таких ж розмірів, утвореною в ступінчатому отворі плаваючого сідла 2, оформленого у вигляді циліндричної втулки, зовнішня поверхня якої складається з трьох частин, що

мають різний діаметр і довжину. Напрямна частина сідла 2, за точною посадкою спрягається з розточкою корпуса пристрою по діаметру d_2 (рівний діаметру золотникової частини поршня-ударника 1). Найбільша за діаметром циліндрична частина сідла 2 є буртом, що обмежує осьове його переміщення h_c в корпусі пристрою. Третя частина зовнішньої поверхні сідла 2 служить напрямною поверхнею для циліндричної витої пружини 3, зусилля якої створює початкову герметизації в першому ступені ГІТ.

З метою збільшення рівня потенціальної енергії пристрою, що накопичується під час прямого ходу поршня-ударника 1, у внутрішню частину прорізної пружини 1.3 встановлена додаткова прорізна пружина 4. Попередню деформацію прорізних пружин 1.3 (y_{01}) і 4(y_{02}) можна незалежно регулювати, відповідно, гвинтами 5 та 6.

Під час встановлення пристрою на верстаті чи іншому технологічному устаткуванні за рахунок монтажного зусилля створюється невеликий натяг прорізних пружин 1.3 та 4 таким чином, щоб, утворився невеликий зазор h_{02} ($h_{02} = 0{,}5 \dots 0{,}6$ *мм*) між корпусом пристрою та торцем більшого за діаметром ступеня штока 1.1, розташованим в напірній порожнині А пристрою (див. рис. 1). Ступінь штока 1.1 діаметром d_3 спрягається за точною посадкою з поверхнею розточки корпуса пристрою. Довжина цього спряження не менше $(1{,}5 \dots 2)d_3$. Для забезпечення співвісності, поверхні діаметром d_1, d_2 і d_3 обробляються з одного встановлення на верстатах. Зазор h_{02} потрібний для того, щоб під час взаємодії ударного наконечника 1.2 з поверхнею деталі Д, що обробляється, енергія удару гарантовано передавалась деталі Д, а не корпусу пристрою.

Після встановлення технологічного зазору h_{02}, за допомогою гвинтів 5 і 6 встановлюється потрібна, згідно заданого рівня тиску p_1 «відкриття» ГІТ, попередня деформація прорізних пружин 1.3 і 4, відповідно y_{01} та y_{02}. Попередня деформація y_{03} циліндричної пружини 3 в цьому пристрої є постійною і створюється під час збирання пристрою.

Осьове переміщення h_c сідла 2 – за суттю початковий зазор між буртом сідла і торцем розточки корпуса пристрою з боку штокової частини поршня-ударника 1, складається з двох частин, $h_c = h_{c_0} - h_{02}$, де $h_{c_0} = (2 \dots 2{,}3)h_{02}$ – початковий зазор між буртом сідла 2 і торцем розточки корпуса пристрою до його монтажу в технологічному устаткуванні. З урахуванням зробленого зауваження, $h_c = (1{,}3 \dots 1{,}0)h_{02}$.

Енергоносій (робоча рідина) підводиться в напірну порожнину А пристрою. Між першим та другим ступенями герметизації ГІТ пристрою утворена проміжна порожнина В, яка додатним перекриттям h_∂ другого (золотникового) ступеня герметизації ГІТ відділена від зливної порожнини С, з'єднаної з гідробаком Б гідросистеми, пристрою.

Для забезпечення нормальної роботи прорізних пружин 1.3 і 4, між їх зовнішніми поверхнями робочих частин кілець і напрямними поверхнями передбачено зазори, величина яких обґрунтована в роботі [2].

Робочий цикл пристрою можна розділити на певну кількість послідовних етапів (фаз), як це прийнято для гідроімпульсних приводів і вібромашин на його базі [1 – 3].

З метою спрощення математичного описання цих етапів їх об'єднують в два періоди – прямий та зворотній хід елементів ГІТ чи виконавчої ланки гідроімпульсної вібромашин або пристрою. З метою детального та правильного з фізичної точки зору аналізу робочого циклу гідроімпульсного обладнання прямий та зворотній ходи виконавчої ланки цього обладнання графічно представляють умовною циклограмою у вигляді графіків зміни тиску енергоносія, наприклад, в напірній гідролінії ГІТ, та переміщень запірних елементів ГІТ та виконавчої ланки вібромашин тощо. Оскільки перший і наступні імпульси зміни тиску і переміщень на такого типу циклограмах мажуть відрізнятись за формою та тривалістю, то, зазвичай, на циклограмах зображують перші та наступні імпульси.

Умовну циклограму робочого циклу для розглядуваної схеми пристрою (див. рис. 2) можна зобразити у вигляді трьох графіків зміни тиску $p_r = f(t)$ в напірній порожнині А, переміщення сідла 2 $y_c = f(t)$ та ходу поршня-ударника 1 $y_n = f(t)$ під час прямого та зворотного ходів поршня-ударника 1. Циклограма містить перший і другий імпульси зміни p_r, y_c та y_n за припущення відсутності перехідного процесу під час запуску пристрою, який в реальній системі обов'язково має місце. Для спрощення описання процесів зміни тиску в порожнині А та переміщення сідла 2 і поршня-ударника 1, функції $p_r = f(t)$, $y_c = f(t)$ та $y_n = f(t)$ є лінійними залежностями на всіх характерних часових інтервалах.

Згідно запропонованої циклограми під час подачі енергоносія в напірну порожнину А пристрою за закритого ГІТ тиск p_{r_A} енергоносія починає зростати. Коли рівень тиску $p_{r_A} \geq p_c$ (тут p_c – межовий тиск енергоносія, за якого поршень-ударник 1 та сідло 2 починають рухатись) сідло 2 та поршень-ударник 1 починають переміщатись на шляху прямого ходу як одне ціле.

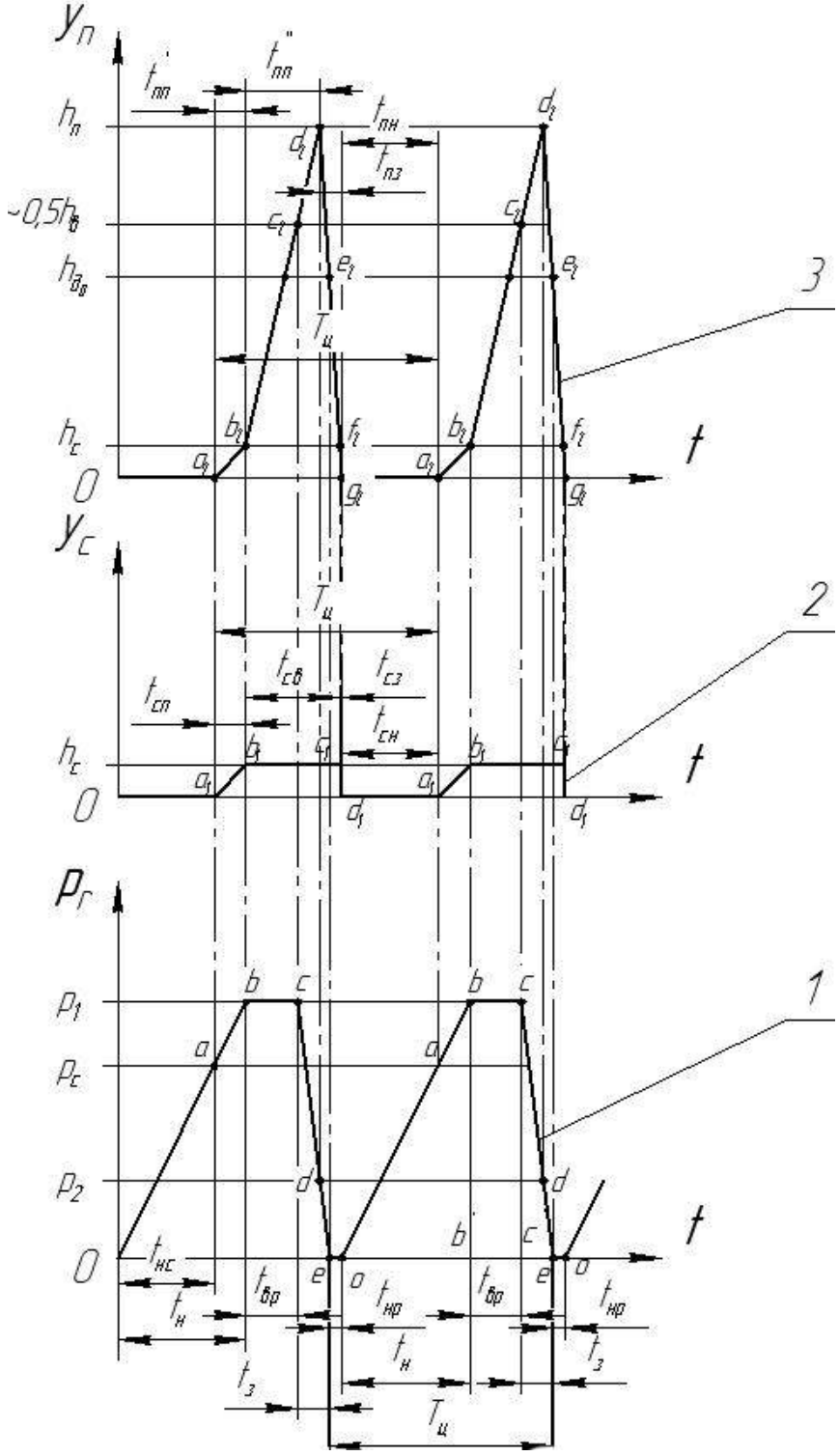


Рисунок 2 – Умовна циклограма робочого циклу пристрою:
крива $1 - p_r = f(t)$; крива $2 - y_c = f(t)$; крива $3 - y_n = f(t)$

Після переміщення системи сідло 2 – поршень-ударник 1 на відстань $y_{c_{max}} = h_c$, сідло 2 своїм буртом, висотою δ_c, впирається в торець розточки корпуса, а тиск в порожнині А зростає до рівня

$p_{r_A} \geq p_1$ (тут $p_1 -$ тиск «відкриття» ГІТ). Герметичність першого ступеня герметизації ГІТ порушується, порожнини А та В з'єднуються і дія енергоносія під тиском p_1 розповсюджується на робочу площу поперечного перерізу $A_2 = \pi(d_2^2 - d_3^2)/4$ другого ступеня герметизації, яка більша робочої площі $A_1 = \pi(d_1^2 - d_3^2)/4$ першого ступеня герметизації ГІТ, оскільки $d_3 < d_1 < d_2$ (див. рис. 1). Дія тиску величиною p_1 на площу A_2 спричиняє прискорений рух поршня-ударника 1 на шляху додатного перекриття $h_\partial = h_{\partial_0} - h_c$ (h_{∂_0} –початкове додатне перекриття золотникової частини поршня-ударника 1, див. рис 1). Сідло 2 в цей момент притиснене до торця розточки корпусу пристрою пружиною 3 і не рухається.

Після проходження поршнем-ударником 1 додатного перекриття h_∂ відбувається з'єднання напірної А та проміжної В порожнин зі зливною С та рух поршня-ударника 1 на шляху від'ємного перекриття $h_в = h_п - (h_{\partial_0} + h_c)$ (тут $h_п$ – повний хід поршня-ударника 1). Цей етап руху поршня-ударника 1 є початком «відкриття» ГІТ.

Оскільки інтенсивність процесу зменшення рівня тиску p_{r_A} в порожнині А під час її сполучення зі зливною порожниною С залежить від площі відкритої щілини $A_{щ} = \pi d_2(y_п - h_\partial)$ ГІТ, гідравлічного опору гідроліній гідросистеми пристрою та подачі $Q_н$ гідронасоса приводу пристрою, то можна припустити, що рівень тиску $p_{r_A} = p_1$ буде деякий час зберігатись під час руху поршня-ударника 1 на шляху $h_в$ в період його прямого ходу. Орієнтовно можна припустити, що збереження рівня тиску $p_{r_A} = p_1$ триває протягом переміщення поршня-ударника 1 в період прямого ходу на відстань $\sim 0{,}5h_в$. Другу половину шляху $h_в$ поршень-ударник 1 проходить за інерцією (оскільки в момент відкриття ГІТ він набуває певної швидкості), а тиск енергоносія в порожнині А буде знижуватись з рівня $p_{r_A} = p_1$ до рівня $p_{r_A} \leq p_2$ (тут p_2 – тиск «закриття» ГІТ). За досягнення $p_{r_A} = p_2$ починається зворотній хід поршня-ударника 1 на шляху від'ємного перекриття $h_в$.

Особливістю розглянутого гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів є велика площа прохідного перерізу відкритої зливної щілини ГІТ $A_{щ_{max}} = \pi d_2 h_в$, яка спричиняє швидке зменшення тиску енергоносія в момент зворотного ходу поршня-ударника 1 практично до рівня зливного тиску $p_{з_л} \ll p_2$. Під час проектного розрахунку можна припустити, що $p_{з_л} = 0$.

За рахунок попередньої деформації прорізних пружин 1.3 і 4 та витої пружини 3 в системі силової ланки та вбудованого ГІТ запасається певна початкова потенціальна енергія, яку можна оцінити за відомою [5] залежністю:

$$E_{no} = 0{,}5(k_1 y_{01}^2 + k_2 y_{02}^2 + k_3 y_{03}^2), \tag{1}$$

де $k_1,\ k_2,\ k_3$ – відповідно жорсткості прорізних пружин 1.3 і 4 та витої пружини 3.

В кінці прямого ходу поршня-ударника 1 потенціальна енергія силової ланки пристрою зростає на величину

$$\Delta E_n = 0{,}5(k_1 + k_2)h_п^2 - k_3 h_c^2 \ . \tag{2}$$

Початкова потенціальна енергія, накопичена витою пружиною 3 під час прямого ходу сідла 2 зменшується на величину $\Delta E_n = 0{,}5k_3(y_{03}^2 - h_c^2)$.

Оскільки сумарна жорсткість $k_{12} = k_1 + k_2$ прорізних пружин 1.3 і 4 значно більша жорсткості k_3 витої пружини 3 ($k_{12} \gg k_3$), а $h_c \ll h_п$, то часткою потенціальної енергії $0{,}5k_3 h_c^2$ можна знехтувати та вважати, що

$$\Delta E_n = 0{,}5(k_1 + k_2)h_п^2 \ . \tag{3}$$

В кінці зворотного ходу поршня-ударника 1 потенціальна енергія ΔE_n витрачається на роботу проти сил тиску енергоносія, що створюють опір зворотному руху поршня-ударника 1, сил в'язкого тертя в напрямних поверхнях поршня-ударника 1 та на зворотне переміщення сідла 2. Більшою частиною потенціальна енергія ΔE_n переходить в кінетичну енергію $E_к$ поршня-ударника 1, перетворення якої наближено можна описати рівнянням:

$$E_к = 0{,}5m_п V_{п_{max}}^2 = E_{п\partial} + E_{кв} = 0{,}5k_\partial \delta_{п\partial}^2 + E_k k_в^2, \tag{4}$$

де m_n – зведена маса поршня-ударника 1, яка є сумою рухомих частин власне поршня-ударника 1 та прорізних пружин 1.3 і 4; $V_{n_{max}}$ – максимальна швидкість поршня-ударника 1 в кінці його зворотного ходу; $E_{n\partial} = 0{,}5k_\partial \delta_{n\partial}^2$ – потенціальна енергія пружної деформації деталі Д, що обробляється; k_∂ – місцева (контактна) жорсткість деталі Д; $\delta_{n\partial} \gg \delta_{пл\partial}$ – пружна місцева (контактна) деформація деталі Д за припущення, що вона значно більше пластичної місцевої деформації деталі Д; $E_{kв} = E_k k_в^2$ – кінетична енергія відскоку поршня-ударника 1 в напрямку його прямого ходу $y_{пп}$; $k_в$ – коефіцієнт відновлення швидкості для часткового пружного удару наконечника 1.2 по деталі Д [5]. Якщо $V_{n_{max}} \leq 3\ м/с$, то для удару сталь по сталі коефіцієнт $k_в = 5/9 \approx 0{,}56$ [5].

Зважаючи, що під час зворотного ходу поршня-ударника 1 середній тиск в порожнині А можна прийняти близьким до зливного ($p_{r_A} \ll p_{зл}$), а коефіцієнт тертя в напрямних поршня-ударника 1 за рідинного режиму тертя не перевищує $f = 0{,}005$ [6], витратами потенціальної енергії ΔE_n на роботу проти сил тиску та тертя можна знехтувати, або, на крайній випадок, врахувати їх у вигляді частки

$$\Delta E_{fp} = k_{fp}\Delta E_n\ , \tag{5}$$

де $k_{fp} < 1$ – коефіцієнт витрати потенціальної енергії ΔE_n на роботу проти сил тиску та тертя, наприклад, $k_{fp} = 0{,}005\ ...\ 0{,}01$.

За такого припущення можна вважати, що потенціальна енергія ΔE_n більшою частиною переходить в кінетичну $E_к$:

$$\Delta E_n = E_к + \Delta E_{fp} = E_к + k_{fp}\Delta E_n\ , \tag{6}$$

звідки

$$E_к = \Delta E_n(1 - k_{fp}). \tag{7}$$

Складові періоду $T_ц$ циклів імпульсів тиску $p_r(t)$, переміщень сідла 2 $y_c(t)$ і поршня-ударника 1 $y_n(t)$ можна виразити, згідно з прийнятою циклограмою (див. рис. 2), простим рівнянням:

$$T_ц = t_{нр} + t_н + t_{вр} + t_з = t_{сп} + t_{св} + t_{сз} + t_{сн} = t_{пп}^{'} + t_{пп}^{''} + t_{пз} + t_{пн} = \nu^{-1}\ , \tag{8}$$

де

$$t_н = p_1 W_0/(Q_н \kappa) - \tag{9}$$

час зростання (набору) тиску в напірній порожнині А пристрою від $p_{r_A} = 0$ до $p_{r_A} = p_1$ [7, 8] (тут: W_0 – початковий об'єм напірної порожнини гідросистеми приводу пристрою; $Q_н$ – подача гідронасоса гідросистеми привода пристрою; κ – ізотермічний модуль пружності енергоносія); $t_{нр}$ – час витримки тиску на рівні p_2 в момент взаємодії ударного наконечника 1.2 з поверхнею деталі Д, що обробляється, в кінці зворотного ходу поршня-ударника 1; $t_{вр}$ – час витримки тиску в порожнині А на рівні $p_{r_A} = p_1$ в момент розгону поршня-ударника 1 на шляху $y_{пп} \approx h_\partial + 0{,}5h_в$; $t_з$ – час зменшення тиску в гідросистемі привода пристрою від рівня p_1 до рівня $p_{зл} = 0$; $t_{сп} = t_{пп}^{'}$ – час спільного руху сідла 2 на шляху h_c та поршня-ударника 1 ($t_{пп}^{'}$); $t_{св}$ – час вистою сідла 2 в притиснутому пружиною 3 стані (верхньому за циклограмою, див. рис. 2); $t_{сз}$ – час зворотного руху сідла 2 на шляху h_c під ударною дією поршня-ударника 1 на відрізку $y_{пз} = h_c$ його зворотного ходу; $t_{сн} = t_{нс}$ – час вистою сідла 2 в його початковому положенні (нижньому за циклограмою, який можна припустити рівним часу $t_{нс} = p_c W_0/(Q_н \kappa)$ – набору тиску в напірній А порожнині гідросистеми привода пристрою від $p_{r_A} = 0$ до $p_{r_A} = p_c$); $t_{пп} = t_{пп}^{'} + t_{пп}^{''}$ – час прямого ходу поршня-ударника 1 на шляху h_n (тут $t_{пп}^{''}$ – час прямого ходу поршня-ударника 1 на шляху $y_{пп} = h_\partial + h_в$); $t_{пз}$ – час зворотного ходу поршня-ударника 1 на шляху h_n; $t_{пн}$ – час вистою поршня-ударника 1 в початковому положенні (нижньому за циклограмою), який є зсувом за фазою між імпульсами тиску та переміщень сідла 2 і поршня-ударника 1; ν – лінійна частота проходження імпульсів тиску, переміщень (вібрацій) поршня-ударника 1 та сідла 2.

Як висновок із вище викладеного, можна констатувати, що для гідроімпульсних пристроїв для деформаційного зміцнення матеріалів і, зокрема, для розглянутої конструктивної схеми пристрою (див. рис. 1), основними початковими даними для проектного розрахунку необхідно призначити:

– потенціальну енергію ΔE_n (див. (3), яку накопичує силова ланка (поршень-ударник 1) пристрою в кінці її прямого ходу (хід зарядки);

– орієнтовну зведену масу m_n силової ланки;

– максимальний тиск «відкриття» $p_{1_{max}}$ або діапазон його регулювання $[p_{1_{min}}\ ,\ p_{1_{max}}]$;

– діапазон регулювання частоти ν проходження імпульсів тиску;

– мінімальне допустиме додатне перекриття h_∂ золотникової частини запірного елемента (другого ступеня герметизації) ГІТ;

– допустимі швидкості руху енергоносія в напірній $[V_н]$, зливній $[V_{зл}]$ і відкритих щілинах $[V_г]$ запірного елемента ГІТ;

– максимальні деформації прорізних пружин 1.3 і 4, відповідно, $y_{01_{max}}$ та $y_{02_{max}}$ і пружини 3, $y_{03_{max}}$;

– орієнтовний максимальний об'єм $W_{o_{max}}$ напірної порожнини гідросистеми приводу пристрою.

Досвід проектування та експлуатації гідроприводів загального машинобудівного призначення і гідроімпульсних приводів [1, 7, 8] показує, що мінімальне додатне перекриття золотникових запірних і розподільних елементів вибирається, зазвичай, в межах $2\ мм \le h_\partial \le 7\ мм$ в залежності від точності спряження цих елементів з напрямними поверхнями (розточками корпусів, гільз тощо), їх розмірів і вимог до герметичності золотникового перекриття. Від'ємне перекриття $h_в$ золотникових запірних і розподільних елементів призначають у відповідності до максимально допустимої швидкості $[\ V_г\ ]$ енергоносія через відкриту щілину золотникового запірного елемента, яка визначається перепадом тиску на цій щілині та витратою енергоносія через неї. В золотникових ГІТ гідроімпульсних приводів часто від'ємне перекриття $h_в$ призначають меншим або рівним додатному: $h_в \le h_\partial$ [1].

Для розглядуваного пристрою, враховуючи, що додатне перекриття h_∂ є важливою складовою повного ходу силової ланки, від якого залежить рівень накопиченої потенціальної енергії ΔE_n, та фактором золотникового ступеня герметизації ГІТ, доцільно взяти додатне перекриття в межах $h_\partial = (4 \dots 5)$ мм.

З метою мінімізації осьових розмірів пристрою та гарантованої взаємодії ударного наконечника 1.2 поршня-ударника 1 з поверхнею деталі Д, що обробляється, слід призначити зазор $h_{02} = h_c \ge 0{,}6\ мм$.

Згідно із зробленими зауваженнями, беремо: $h_\partial = 4\ мм$; $h_в = 4\ мм$; $h_{02} = h_c = 0{,}6\ мм$. За таких даних: $h_{\partial_0} = h_\partial + h_c = 4 + 0{,}6 = 4{,}6\ мм$; $h_n = h_{\partial_0} + h_в = 4{,}6 + 4 = 8{,}6\ мм$.

В результаті поетапного аналізу робочого циклу гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення з вбудованим ГІТ (див. рис. 1 і рис. 2) та використання досвіду розрахунку і проектування гідроімпульсних приводів і пристроїв [1 – 3] отримано залежності, які дозволяють визначити основні енергетичні, силові та геометричні параметри розглядуваного пристрою:

1) сумарна жорсткість прорізних пружин 1.3 і 4

$$k_{12} = 2\Delta E_n / h_n^2; \tag{10}$$

2) тиск «відкриття» ГІТ

$$p_{1_{max}} \ge \left[k_{12}\left(h_c + y_{01_{max}} + y_{02_{max}}\right)\right] A_1^{-1}; \tag{11}$$

3) площа поперечного перерізу першого ступеня фасочної герметизації ГІТ

$$A_1 \ge \left[k_{12}\left(h_c + y_{01_{max}} + y_{02_{max}}\right)\right] p_1^{-1}; \tag{12}$$

4) жорсткість пружини 3

$$k_3 = 8\pi^2 \nu^2 m_2 \approx 78{,}88 \nu^2 m_2; \tag{13}$$

5) межовий тиск енергоносія

$$p_c \le \left[k_{12}\left(h_c + 2y_{\text{оп}_{max}}\right) - k_3 y_{03}\right] A_1^{-1}; \tag{14}$$

6) тиск «закриття» ГІТ

$$p_{2_{min}} \le k_{12}(h_c + 2y_{\text{оп}_{max}} + h_n)/A_2; \quad (15)$$

7) співвідношення між рівнями тисків енергоносія під час відкриття та закриття ГІТ пристрою:

$$p_{2_{min}} \le p_{1_{max}} {}^{A_1}\!/_{A_2} + {}^{k_{12}h_n}\!/_{A_2}; \quad (16)$$

8) площа поперечного перерізу другого (золотникового) ступеня герметизації запірного елемента ГІТ

$$A_2 = \frac{\Delta E_n\left(2 - k_{fp}\right) - 0{,}5[\left(p_c + p_{1_{max}}\right)A_1 h_c + 1{,}5(p_{1_{max}}A_1 + k_{12}\quad_n)h_{\text{в}}]}{p_{1_{max}}(h_\partial + 0{,}75h_{\text{в}})}; \quad (17)$$

9) діаметри d_1 та d_2 першого та другого ступенів герметизації ГІТ (силової ланки поршня-ударника 1):

$$d_1 = 1{,}13\sqrt{A_1 + A_3}; \quad (18)$$

$$d_2 = 1{,}13\sqrt{A_2 + A_3}; \quad (19)$$

10) необхідна подача гідронасоса

$$Q_н = K_{ц_p} \nu_{max} p_{1_{max}} W_0 \kappa^{-1}. \quad (20)$$

де $K_{ц_p} = 1 + (t_{нр} + t_{вр} + t_з)/t_н -$ коефіцієнт, який умовно можна назвати цикловим коефіцієнтом імпульсу тиску. За циклограмою (див. рис. 2) очевидно, що $K_{ц_p} > 1$.

$$K_{\text{ц}p} = 1 + (eo + b'c' + c'e)/ob'. \quad (21)$$

Оскільки циклограма робочого циклу пристрою є умовною, а коефіцієнт $K_{\text{ц}p}$ має орієнтовне оціночне значення, то у формулу (20) доцільно ввести коефіцієнт запасу $K_\text{з} = 1{,}1 \ldots 1{,}25$:

$$Q_\text{н} = K_\text{з} K_{\text{ц}p} \nu_{max} p_{1_{max}} W_0 \kappa^{-1}; \quad (22)$$

11) середня витрата енергоносія через відкриту щілину $A_\text{щ}$ ГІТ пристрою

$$\bar{Q}_\text{г} = {}^{Q_\text{н}}\!/_{\tau_{\text{нз}}}, \quad (23)$$

де $\tau_{нз} = t_\text{з}/t_\text{н} = Q_\text{н}/\bar{Q}_\text{г} = c'e/ob'$ – відносний час зменшення тиску енергоносія в гідросистемі пристрою від рівня p_1 до рівня $p_{зл} = 0$. Згідно з умовною циклограмою робочого циклу пристрою $\tau_{нз} < 1$, а значить $\bar{Q}_\text{г} > Q_\text{н}$;

12) середня швидкість енергоносія через щілину $A_\text{щ}$, яка не повинна перевищувати допустиму $[V_\text{г}]$ [7]:

$$V_\text{г} = {}^{\bar{Q}_r}\!/_{\pi d_2 h_\text{в}} \le [V_r]; \quad (24)$$

13) залежності для розрахунку жорсткостей k_1 і k_2 та перевірки на міцність прорізних пружин 1.3 і 4[9]:

$$k_i = (1{,}035 E_\text{пш} a_i^4)/(R_i^3 n_i); \quad (25)$$

$$\sigma_{\text{екв}_i} = (1{,}22 F_{max} R_i) a_i^{-3} \le [\sigma_\text{зг}], \quad (26)$$

де індекс $i = 1$ –для пружини 1.3; індекс $i = 2$ –для пружини 4; a_i –ширина кільця пружини 1.3 (a_1) та пружини 4 (a_2); $R_i = 0{,}5(d_i - a_i)$ – середній радіус прорізних пружин: 1.3 – $R_1 = 0{,}5[(d_2 - 2\delta_1) - a_1]$; 4 –$R_2 = 0{,}5[(d_4 - 2\delta_2) - a_2]$ (тут δ_1, δ_2 – бокові зазори між зовнішніми поверхнями прорізних пружин, відповідно, 1.3 та 4 і їх напрямними поверхнями, які виключають заклинювання пружин під час їх робочої деформації [2]; d_4 – зовнішній діаметр напрямної поверхні пружини 4); n_i – число робочих кілець пружини 1.3 (n_1) та 4 (n_2); $F_{max} = p_{1_{max}} A_2$ – максимальне осьове навантаження пружини 1.3 і 4.

З метою спрощення розрахунків і за рекомендаціями роботи [2], можна прийняти $\delta_1 = \delta_2 = \delta_{12}$, а також з рис. 1 очевидно, що $d_4 = d_2 - 2\delta_{12} - 2a_1 = d_2' - 2a_1$ (тут $d_2' = d_2 - 2\delta_{12}$). Внутрішній діаметр прорізної пружини 4 $d_4^{\text{вн}} = d_4 - 2\delta_{12} - 2a_2 = d_4' - 2a_2$, де $d_4' = d_4 - 2\delta_{12}$. Згідно з цими зауваженнями:

$$R_1 = 0{,}5(d_2' - a_1); \tag{27}$$

$$R_2 = 0{,}5(d_4' - a_2) = [d_2' - 2(a_1 + \delta_{12}) - a_2] = (2R_1 - a_1 - \delta_{12} - a_2), \tag{28}$$

де $d_2' = 2R_1 + a_1$.

14) ширина кільця пружини 1.3 (a_1) та пружини 4 (a_2):

$$a_1 = \sqrt[3]{\frac{\beta d_2'}{2\sigma'} + \sqrt{D_1}} + \sqrt[3]{-\frac{\beta d_2'}{2\sigma'} - \sqrt{D_1}}, \tag{29}$$

$$a_2 = \sqrt[3]{\frac{\beta d_4'}{2\sigma'} + \sqrt{D_2}} + \sqrt[3]{-\frac{\beta d_4'}{2\sigma'} - \sqrt{D_2}}, \tag{30}$$

де $D_1 = \frac{\beta^2}{(\sigma')^2}\left[\frac{(d_2')^2}{4} + \frac{\beta}{27\sigma'}\right] > 0$; $D_2 = \frac{\beta^2}{(\sigma')^2}\left[\frac{(d_4')^2}{4} + \frac{\beta}{27\sigma'}\right] > 0$ – дискримінанти [10]; $\beta = 0{,}61F_{max}$; $\sigma' = [\sigma_{\text{зг}}]/K_\sigma$; $d_4' = \sqrt{(d_2')^2 - 0{,}15\beta/\sigma'}$.

15) числа робочих кілець прорізних пружин 1.3 і 4:

$$n_1 = 2{,}07E_{\text{пп}}a_1/(k_{12}R_1^3); \tag{31}$$

$$n_2 = a_2R_1^2n_1/(a_1R_2^2), \tag{32}$$

де $E_{\text{пп}}$ – модуль пружності матеріалу прорізної пружини;

16) внутрішній діаметр $d_{\text{п1}}$ сідла 2

$$d_{\text{п1}} = d_1 - 2b_k \tan(\alpha_k/2) = d_1 - 2b_k \tan 30^\circ = d_1 - 1{,}15b_k. \tag{33}$$

де $b_k \le 2 \ldots 2{,}5$ мм [11] – висота (див. рис. 1) герметизуючої фаски першого ступеня герметизації ГІТ;

17) висота δ_c бурта сідла 2:

$$\delta_c \ge 0{,}5p_{1_{max}}(d_2 - d_{\text{п}}^2/d_2)[\tau_{\text{з}}]^{-1}, \tag{34}$$

де $[\tau_{\text{з}}]$ – допустиме напруження зрізу для матеріалу сідла 2;

18) умовний прохід d_y рукавів високого тиску напірної та зливної гідроліній

$$d_y = \sqrt{4\bar{Q}_{\text{нг}}/\pi[V_{\text{нп}}]} \cong 0{,}5\sqrt{\bar{Q}_{\text{нг}}}, \tag{35}$$

де $\bar{Q}_{\text{нг}} = 0{,}5(Q_{\text{н}} + \bar{Q}_{\text{г}}) = 0{,}5Q_{\text{н}}(1 + \tau_{\text{нз}}^{-1})$, $м^3/с -$ середня витрата енергоносія в напірній і зливній гідролініях гідросистеми привода пристрою; $[V_{нп}] = 0{,}5([V_н] + [V_{зл}]) = 0{,}5(7{,}75 + 2) = = 4{,}88 \approx 5\, м/с, -$ усереднена максимальна допустима швидкість енергоносія; $[V_н] = 7{,}75\, м/с -$ середня допустима швидкість енергоносія в напірній гідролінії для $p_r = 10$ МПа; $[V_{зл}] = 2\, м/с$.

Висновки

1. Запропонована методика проектного розрахунку гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів, в якому поєднані в одній конструкції силова ланка та ГІТ, дозволяє за простими залежностями визначити всі основні енергетичні, силові та геометричні параметри пристрою.

2. Розглянуті в методиці принципи розрахунку основних параметрів гідроімпульсного пристрою для деформаційного зміцнення матеріалів можуть бути використані як основа для проектного розрахунку подібних гідроімпульсних пристроїв.

3. За результатами теоретичних досліджень математичної моделі розглянутого пристрою та експериментальної перевірки адекватності цієї моделі його реальному дослідному зразку, з метою підвищення точності, у розрахункові формули запропонованої методики проектного розрахунку можуть бути введені корелюючі (уточнюючі) коефіцієнти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович-Лотоцький Р.Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин : монографія / Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Архипчук М. Р. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 171 с.

2. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.

3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Використання гідроімпульсного привода в обладнанні переробних виробництв : монографія / Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Поліщук О. В. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 116 с.

4. Пат. № 103684 Україна, МПК (2015, 12) B24B39/04. Гідроімпульсний віброударний пристрій для деформаційного зміцнення деталей / Обертюх Р. Р., Слабкий А. В., Марущак М. В.; заявник і власник Вінницький національний технічний університет. Опубл. 25.12.2015. Бюл. № 24.

5. Кульмачев В. Е. Законы и формулы физики (отв. ред. В. К. Тарнавский) / В. Е. Кузьмичев. – Киев : Наук. думка, 1989. – 864 с.

6. Иосилевич Г. Б. Детали машин : Учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов / Г. Б. Иосилевич. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.

7. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода : справочник / Абрамов Е. И., Колесниченко К. А., Маслов В. Т. – [2 – е изд. перераб. и доп.]. – Киев : Техніка, 1977. – 320 с.

8. Чупраков Ю. И. Гидропривод и средства гидроавтоматики / Ю. И. Чупраков. – М. : Машиностроение, 1979. – 232 с.

9. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин : справочник / Биргер И. А., Шор Б. Ф., Иосилевич Г. Б. – [4 – е изд. перераб. и доп.]. – М : Машиностроение, 1993. – 640 с.

10. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1973. – 832 с.

11. Юшков В.В., Толкачев Ю. А. Обработка клапанов и седел двигателей // Автомобильный транспорт. – 1995. - № 3. – С. 45 – 47.

Марущак Михайло Володимирович – аспірант кафедри Галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, ел. адреса – ohitsmichaels@gmail.com.

Обертюх Роман Романович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри Галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Marushchak Mykhailo Volodymyrovych – Postgraduate at the Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, E-mail address – ohitsmichaels@gmail.com.

Obertyuh Roman Romanovich – Candidate of engineering sciences, docent, professor at the Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University.

УДК 62-523.8

Манжілевський О.Д.

ДВОКООРДИНАТНИЙ ПРИВОД З ЧПК НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА "ARDUINO"

Вінницький національний технічний університет

В статті запропоновано варіант двокордінатного приводу для пристрою типу "гравер" на основі контролера Arduino Uno, плати розширення до нього CNC Shield V3 та крокових двигунів моделі 17HS19-2004S1. Такий привод дозволить виконувати обробку пластмас, дерева та м'яких сплавів та металів з невеликим припуском.

Ключові слова: Arduino Uno, CNC Shield, привод з ЧПК, крокові двигуни.

In the article proposed the version of drive for device type "engraver" with two coordinates and it's based on controller Arduino Uno, expansion cards for Arduino CNC Shield V3 and stepper motors model 17HS19-2004S1. This drive will perform the processing of plastics, wood and soft metal alloys with small allowance.

Key words: Arduino Uno, *CNC Shield, CNC drive, stepper motors.*

Для підвищення якості та швидкості виконання нескладних гравірувальних робіт, або нанесення написів та рисунків на площині (2D) на кафедрі Галузевого машинобудування розроблено 2D-гравер, який зображено на рисунку 1.

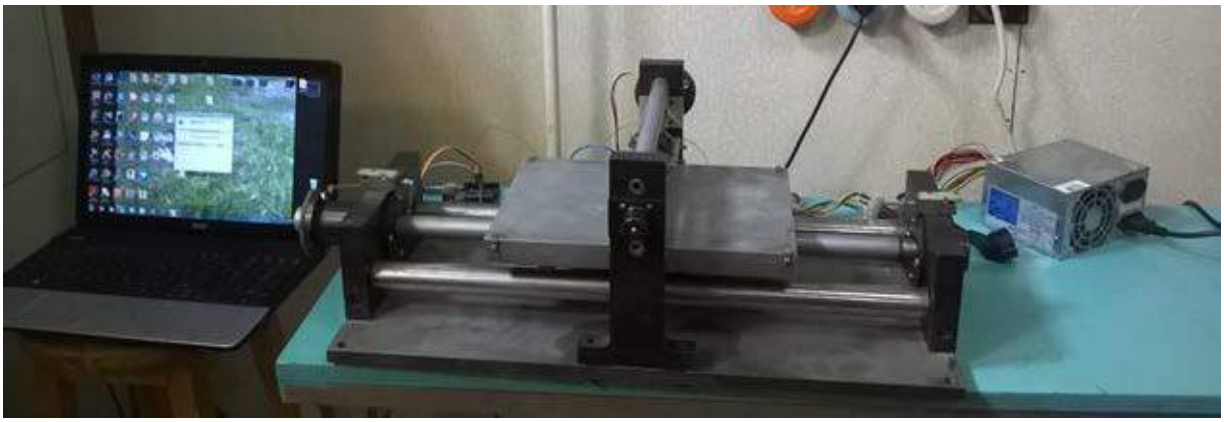


Рисунок 1 - Загальний вигляд 2D-гравера із системою керування

Даний 2D-гравер працює під керуванням контролера Arduino Uno (рисунок 2).

Arduino - торгова марка апаратно-програмних засобів для побудови простих систем автоматики і робототехніки, орієнтована на непрофесійних користувачів. Програмна частина складається з безкоштовною програмної оболонки (IDE) для написання програм, їх компіляції та програмування апаратури. Апаратна частина являє собою набір змонтованих друкованих, продаються як офіційним виробником, так і сторонніми виробниками. Повністю відкрита архітектура системи дозволяє вільно копіювати або доповнювати лінійку продукції Arduino.

Arduino - це електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв для новачків і професіоналів. Платформа користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності і простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі і програмному коду. Пристрій програмується через USB без використання програматорів.

Arduino може використовуватися як для створення автономних об'єктів автоматики, так і підключатися до програмного забезпечення на комп'ютері через стандартні дротові і бездротові інтерфейси.

Мікроконтролер на платі програмується за допомогою мови Arduino (заснований на мові Wiring) і середовища розробки Arduino (заснована на середовищі Processing)

До даного контролера широко випускаються плати розширення, зокрема Arduino CNC Shield V3 (рисунок 3) для керування кроковими двигунами (до чотирьох).

Для зручності використання на платі розведені контакти для установки різних режимів мікрокроку, роз'єми для підключення кінцевих вимикачів, моторів, керуючих кнопок і управління шпинделем (можливе під'єднання частотного інвертора для зміни частоти обертання асинхронного шпинделя).

CNC Shield V3 розрахований на роботу з двигунами при напрузі від 12 до 36 В і струмом до 2.2 А.

Рисунок 2 – Загальний вигляд контролера Arduino Uno

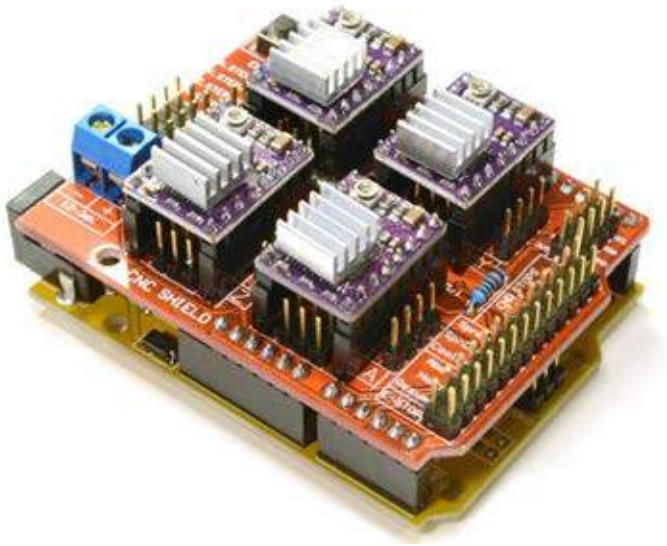


Рисунок 3 – Плат розширення контролера Arduino CNC Shield V3 для керування кроковими двигунами

В розробленому 2D-гравері використовуються крокові двигуни моделі 17HS19-2004S1 (рисунок 4), основні технічні характеристики якого наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики крокового двигуна моделі 17HS19-2004S1

Маркування двигуна	17HS19-2004S1
Крок: кут	1.8 °
точність	5%
Крутний момент	59Ncm (83.6oz.in)
Номінальний струм/фаза	2.0A
Фаза: опір	1.4 ом
напруга	2.8 В
індуктивність	3.0mH ± 20% (1 КГц)
вага	400 г

Рисунок 4 – Крокoвий двигун моделі 17HS19-2004S1

Розроблений 2D-гравер під керуванням контролера *Arduino Uno* з платою розширення *Arduino CNC Shield V3* може слугувати для виконання нескладних гравірувальних робіт, або нанесення написів та рисунків на площині (2D-рисунки).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Манжілевський О. Д. Модернізація системи керування промисловим роботом моделі МРЛУ-200- 901 / О. Д. Манжілевський, М. А. Миронович // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №1. – С. 59-66. – ISSN 2415-3486.

2. Sommer Ulli. Mikrocontroller-Programmiering mit Arduino (Freeduino) / Ulli Sommer. – Broschiert, 2012. – 258c. – ISBN 364-5651-47-0.

Манжілевський Олександр Дмитрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, тел. +380961742288, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1204.

Manzhilevskyy Alexander D. – Candidate of Science (Engineering), Vinnytsia National Technical University, the Associate Professor of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, tel. +3809961742288 Ukraine, 21021, Vinnytsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1204.

УДК 62-69

Манжілевський О. Д.

ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРНА УСТАНОВКА НА БАЗІ ГАЗОГЕНЕРАТОРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі запропонована схема газогенераторної електростанції для індивідуального використання на невеликих та віддалених від електричних мереж фермерських, садових та інших приватних господарств.

Ключові слова: газогенератор, тверде паливо, електростанція.

Summary

The paper proposed a scheme of gas generator plants for personal use in small and remote from the mains farm, garden and other private enterprises.

Key words: gasifier, solid fuel, power station.

В сучасних реаліях і досі є актуальним питання електрифікації невеликих та віддалених від електричних мереж фермерських, садових та інших приватних господарств.

Нами запропоновано використовувати в цих цілях компактну електростанцію побудованої на основі газогенератора та двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), що дозволить відмовитись від використання різного типу досить дорогих нафтопродуктів.

Паливом для подібних установок може слугувати різні типи твердого палива, рослинні та викопні (деревина, торф, буре та кам'яне вугілля), а також похідні від цих палив (деревне вугілля, торф'яний кокс, різні брикети, гранули та пеллети тощо). Можливе використання різні сільськогосподарські відходи (солома, сухі стебла рослин, лузга та ін.), [1].

Досить важливим аспектом є те, що дана установка буде працювати на місцевих видах твердого палива, що усуває необхідність затрат на його доставку, [1]. Це буде сприяти освоєнню природних багатств та розвитку невеликих та віддалених від різних типів магістралей виробництв.

Залежно від способу газоутворення газогенератори поділяються на три типи (рис. 1), [2]:

а) газогенератори прямого процесу газифікації;

б) газогенератори зворотнього процесу газифікації;

в) газогенератори поперечного процесу газифікації.

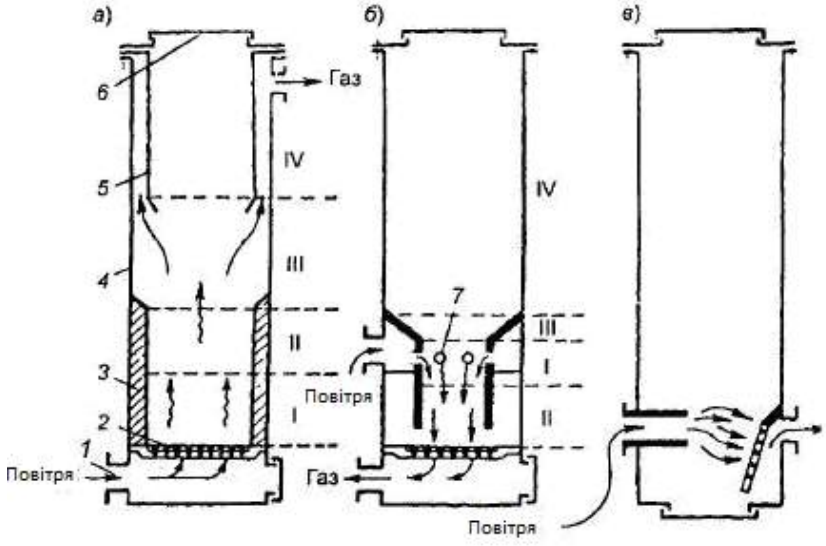


Рисунок 1 – Схема процесу газифікації в газогенераторах:
а – газогенератор прямого процесу; б – газогенератор зворотнього процесу; в – газогенератор поперечного процесу; 1 – повітряний патрубок; 2 – колосникова решітка (зольник); 3 – камера газифікації; 4 – бункер; 5 – завантажувальний циліндр; 6 – завантажувальний люк; 7 – фурма; I – зона горіння; II – зона відновлення; III – зона сухої перегонки; IV – зона підсушки

У газогенераторах прямого процесу газифікації подача повітря здійснюється знизу (зазвичай через колосникові грати), а газ відбирається зверху.

Безпосередньо над решіткою розташована зона горіння, або киснева зона, в якій відбуваються окислювальні процеси.

Над кисневою зоною, яка займає всього лише 30-50 мм висоти шару палива, знаходиться зона відновлення.

Вище активної зони розташовуються зона сухої перегонки і зона підсушування палива. Ці зони обігріваються теплом, що випромінюється паливом активної зони. Зазвичай, щоб уникнути зворотних реакцій газовідбірний патрубок розташовують на висоті, що дозволяє відвести газ безпосередньо після виходу його з активної зони.

Недоліком таких газогенераторів є велика концентрація, вологи, смол та летких речовин в дров'яному газі, якими він насичується проходячи через зону підсушення палива, що не дозволяє застосовувати його для двигунів внутрішнього згорання.

У газогенераторах зворотнього процесу газифікації (як на рис. 2) – повітря подається в середню по його висоті частину, в якій і відбувається процес горіння; гази, що утворюються при цьому відсмоктуються донизу. Таким чином, активна зона займає частину газогенератора від місця підведення повітря до колосникових грат, нижче якої розташований зольник з газовідбірним патрубком.

У газогенераторах поперечного процесу газифікації повітря підводиться через фурму, розташовану збоку в нижній частині газогенератора. Газовідбірні грати розташовані з протилежного боку – з боку газовідбірного патрубка. Активна зона зосереджена на невеликому просторі між кінцем фурми і газовідбірними гратами. Над нею розташовуються зона сухої перегонки і вище – зона підсушування палива. Цей газогенератор, так само як і газогенератор прямого процесу, непридатний для газифікації палив з великим вмістом летких речовин, так як він не може забезпечити утворення безсмольного газу.

В усіх трьох типах газогенераторів мають місце типові процеси, так, в зоні горіння за рахунок тепла, що при цьому виділяється, температура досягає 1300-1700°. В зоні відновлення, оскільки, відновні реакції протікають з поглинанням тепла, тому температура в зоні відновлення знижується до 700-900°. Температура в зоні сухої перегонки (зона знаходиться над зольником) становить 450-150°, а в зоні підсушування 150-100°.

Дійсний процес газифікації в газогенераторах є змішаним процесом, так як частина вологи палива (або волога, підведена ззовні) бере участь в процесі газоутворення.

Відповідно до цього можна вважати, що в активній зоні газогенератора протікають наступні реакції:

1) в кисневій зоні або зоні горіння – реакції окислення вуглецю палива з утворенням вуглекислого газу CO_2, і окису вуглецю CO:

$$C + O, = CO_2;$$
$$C + ½\ O_2 = CO;$$

2) в відновлювальній зоні, що межує з зоною горіння і обігрівається теплом гарячих газів, що проходять через неї – реакція відновлення вуглекислого газу $СЩ_2$ і реакцій утворення води в газовому стані (водяного газу):

$$C + CO_2 = 2CO;$$
$$C + H_2O = CO + H_2;$$
$$CO + H_2O = CO_2 + H_2.$$

Волога палива, мікроскопічні рештки золи і летючі речовини, включаючи смоли, що виділяються в цих зонах, змішуються з генераторним газом, які виходять з активної зони, і разом з ним відсмоктуються через газовідбірний патрубок.

Наявність великої кількості домішок в газі робить його непридатним для живлення двигуна без попередньої фільтрації, так як при подальшому охолодженні газу домішки конденсуються в газопроводах і у всмоктувальній системі двигуна, порушуючи тим самим його роботу.

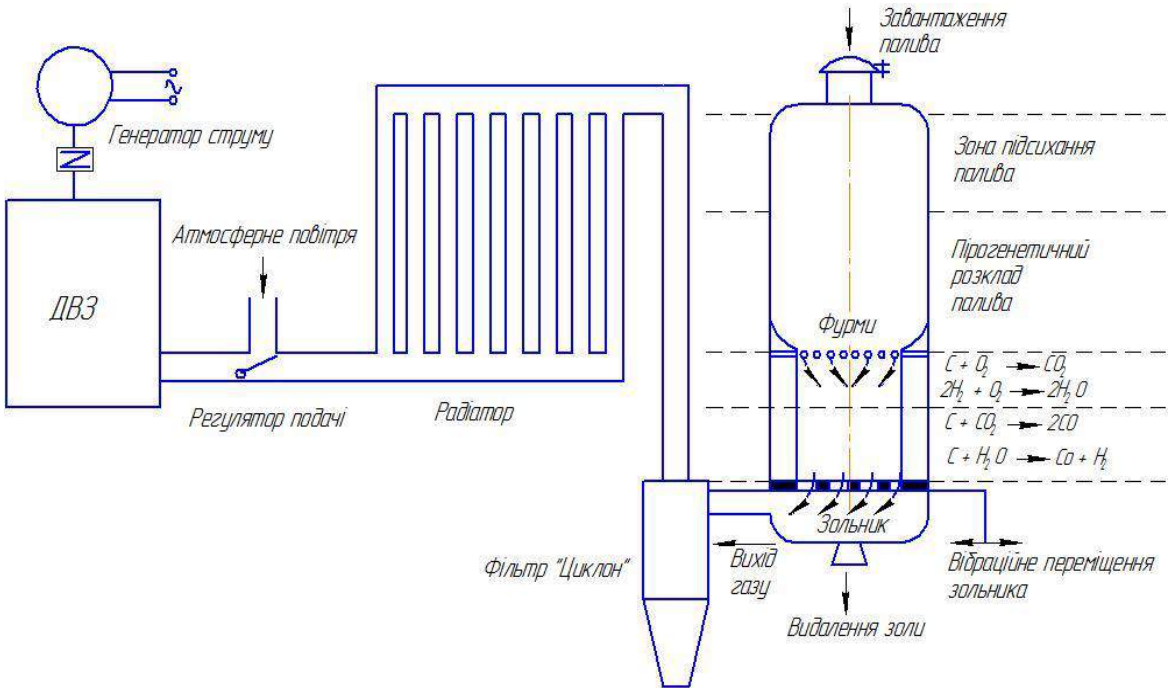


Рисунок 2 – Схема газогенераторної електростанції для індивідуального використання

Для вирішення проблем вказаних вище, було запропоновано схему газогенераторної електростанції для індивідуального використання, яка складається із газогенератора зворотньої газифікації, фільтрів типу "Циклон", радіатора для зниження температури утвореного газу до 50-70°, регулятора подачі заслонкового типу для зміни насичення газово-повітряної суміші, двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), що приводить в рух генератор електричного струму.

Для підвищення ефективності процесу газифікації решітки зольника потрібно періодично струшувати, для полегшення проходження газу через зольник. Для роботи установки в автоматичному режимі бажано застосувати механічний вібраційний привод, що буде вмикатися з потрібною періодичністю.

В даній установці можна використати не модифікований бензиновий двигун внутрішнього згоряння із знятим карбюратором, так як у його наявності відпадає необхідність.

В процесі дослідження планується встановити вплив конструктивних параметрів газогенератора на інтенсивність процесу газоутворення та визначення потужності ДВЗ, який зможе живити газогенератор.

Створення газогенераторної електростанції для індивідуального використання електрифікації дозволить вирішити проблему електрифікації невеликих та віддалених від електричних мереж фермерських, садових та інших приватних господарств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Копытов В. В. Газификация конденсированных топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития. — 2012. — 504 с. — ISBN 978-5-9729-0052-7.

2. Шугуров Л. М., Ширшов В. П. Автомобили Страны Советов.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ДОСААФ, 1983. — 128 с.

Манжілевський Олександр Дмитрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, тел. +380961742288, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1204.

Manzhilevskyy Alexander D. – Candidate of Science (Engineering), Vinnytsia National Technical University, the Associate Professor of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, tel. +3809961742288 Ukraine, 21021, Vinnytsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1204.

УДК 621.777.01

Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРЦЕСІВ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА З ОДНОКАСКАДНИМ КЛАПАНОМ-ПУЛЬСАТОРОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено теоретичне дослідження гідродинамічних процесів, як основні робочі процеси, що протікають в гідроімпульсному приводі на базі однокаскадного клапана-пульсатора. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів вібраційної машини, що дозволило оцінити ефективність розробленої конструкції гідроімпульсног привода з однокаскадним клапаном-пульсатором.

Ключові слова: *моделювання, скінчені об'єми, гідроциліндр, вібрації, клапан-пульсатор, привод.*

Abstract

A theoretical study of hydrodynamic processes is carried out, as the main working processes taking place in the hydroterminal on the basis of a single-stage valve-pulsator. Using the finite volume method, the main dependencies of the operating parameters of the vibration machine parameters were determined, which made it possible to evaluate the efficiency of the developed hydraulic impulse drive design with a single-stage valve pulsator.

Keywords: *modeling, finite volumes, hydraulic cylinder, vibration, pulsator valve, drive.*

Вступ

При розробці перспективних вібраційних машин (ВМ) на базі гідроімпульсного привода однією із головних проблем являється створення ефективної конструкції генератора імпульсів тиску (клапану пульсатора), який забезпечує керування режимами роботи вібраційної машини.

В даний час знаходить широке застосування математичне моделювання гідродинамічних процесів гідроімпульсних приводах з використанням ЕОМ, за допомогою якого можна глибоко і в повному обсязі досліджувати вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики робочих процесів вібраційних машин і намітити конкретні шляхи їх поліпшення, істотно знизивши при цьому обсяги складних теоретичних і експериментальних досліджень.

Результати дослідження

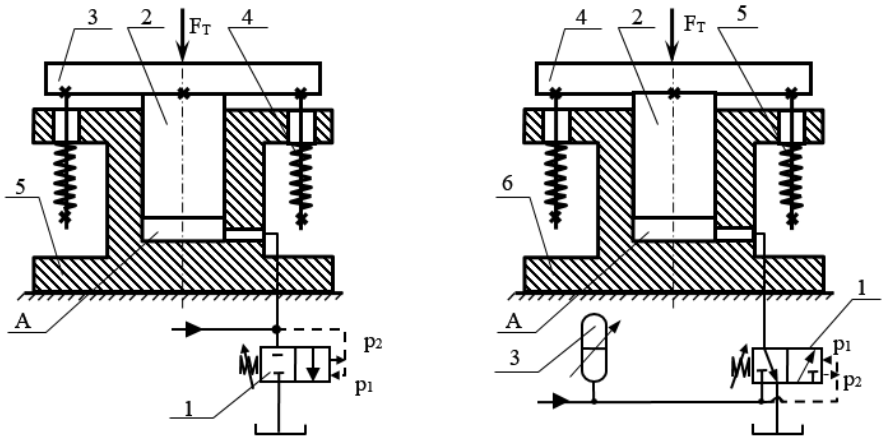
На кафедрі галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету були розроблені оригінальні конструкції гідроімпульсних приводів ВМ [1, 2]. Гідроімпульсний привод ВМ реалізований за різними принциповими схемами (рис. 1), вид яких визначається технологічним призначенням машини, типом і схемою приєднання клапана-пульсатора до виконавчого, чи групи виконавчих гідродвигунів, та характером вібронавантаження об'єкта технологічного впливу (однокоординатне навантаження або складно–просторове).

Схема (рис. 1, а) з однокаскадним клапаном-пульсатором 1, приєднаним за схемою „на виході" до плунжерного гідроциліндра 2, плунжер якого кріпиться до виконавчої ланки 3, пружно встановленої через пружини 4 відносно станини 5, є найпростішою.

Принцип роботи цього типу гідроімпульсного привода полягає в періодичному сполучені порожнини А гідроциліндра 2 та напірної гідролінії через клапан-пульсатор 1 зі зливною гідролінією. Клапан-пульсатор 1 відкривається внаслідок збільшення тиску в гідросистемі привода до величини $p_r \geq p_1$ (p_1 – тиск „відкриття" клапана-пульсатора) і закривається, коли тиск в порожнині А зменшується до рівня $p_r \leq p_2$ (p_2 – тиск „закриття" клапана-пульсатора).

Гідроімпульсний привод, побудований за схемою на рисунку 1, б оснащується трилінійним (триходовим) клапаном-пульсатором 1, встановленим по відношенню до гідродвигуна 2 за схемою „на вході". Така схема приєднання клапана-пульсатора вимагає наявності в напірній гідролінії циклового гідроакумулятора 3, який акумулює енергію тільки на один робочий (прямий) хід плунжера

гідродвигуна 2. Зазвичай гідроакумулятор 3 з'єднується через клапан-пульсатора 1 з порожниною А гідродвигуна короткою гідролінією з малим гідравлічним опором.



а) б)

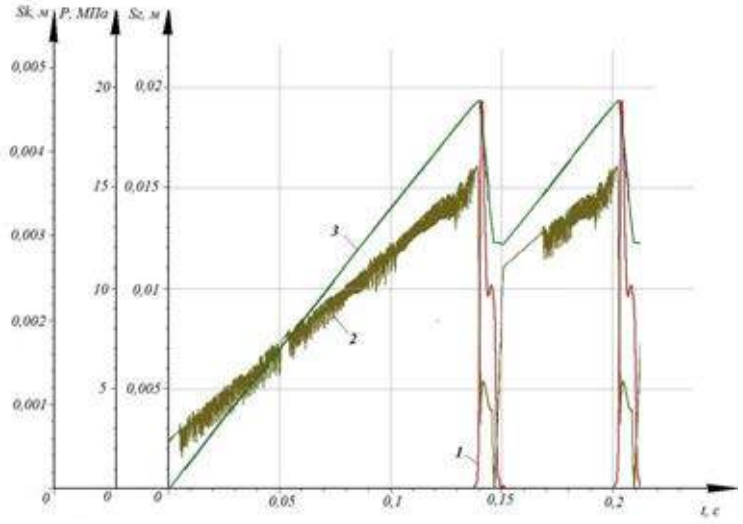
Рисунок 1 – Схеми гідроімпульсних приводів ВМ із вмиканням клапана-пульсатора:
а) – „на виході"; б) – „на вході";

Основною складовою частиною гідроімпульсного привода ВМ є клапан-пульсатор, що виконує функції генератора імпульсів тиску (ГІТ), який забезпечує керування режимом роботи вібраційної машини [3, 4]. Тому розробка ефективної конструкції однокаскадного клапана-пульсатора (рис. 2) для встановлення за схемою „на виході" до плунжерного гідроциліндра (рис. 1, а), робота якого базується на основі миттєвого збільшення зусилля, створюваного тиском p_1 робочої рідини на його рухомому запірному елементі 1, що виконується у вигляді клапана-золотника (рис. 2, а) або кульки (рис. 2, б) являється актуальною.

а) б)

Рис. 2. Конструктивні схеми однокаскадних ГІТ із запірним елементом у вигляді:
а) – клапана-золотника; б) – кульки;

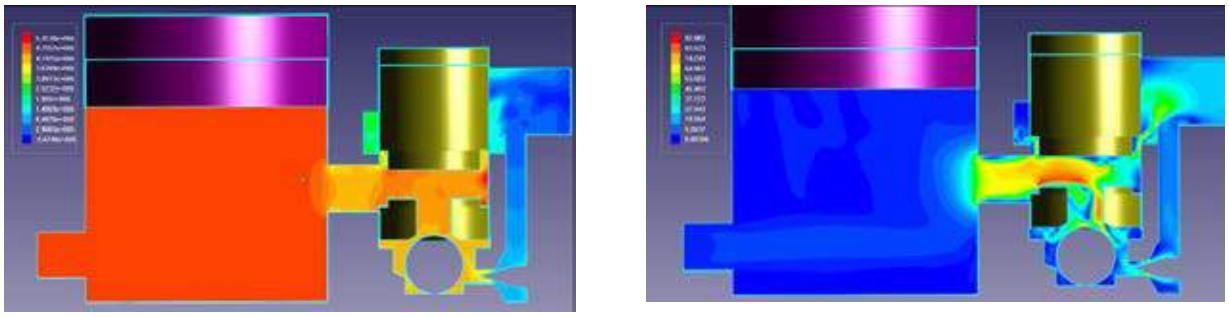
Для отримання робочих характеристик ВМ, за допомогою програмного комплексу FlowVision було проведено чисельне моделювання, методом кінцевих об'ємів, гідродинамічних процесів в гідроімпульсному приводі з однокаскадним клапаном-пульсатором. На рисунку 3 показані графіки зміни тиску в порожнині А плунжерного гідроциліндра 2 (рис. 1, а), зміни переміщення плунжерного гідроциліндра 2 (рис. 1, а), а також зміни переміщення запірного елемента 1 клапана-пульсатора (рис. 2).



1) – графік переміщення запірного елементу клапана-пульсатора $S_k(t)$, м;
2) – графік зміни тиску в порожнині плунжерного гідроциліндра $P(t)$, МПа;
3) – графік зміни переміщення плунжерного гідроциліндра S_c, м

Рис. 3. Робочі характеристики ВМ на базі гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном-пульсатором

Також було отримано розподіл тиску і швидкостей робочої рідини в залежності від часу (рис. 4) в робочій порожнині гідроімпульсного привода.



а) б)

Рис. 4. Розподіл тиску (а) й швидкостей (б) в робочій порожнині гідроімпульсного привода на базі однокаскадного клапана-пульсатора

На основі результатів чисельного моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода ВМ, на базі однокаскадного клапана-пульсатора, були визначені його робочі характеристики, а саме тиск спрацювання клапана-пульсатора склав p_1=16 МПа, тиск закриття p_2=5 МПа, а частота коливань плунжерного гідроциліндра ν=20 Гц.

Висновки

Незважаючи на складність розрахунків і прийнятих при математичному описі робочого процесу гідроімпульсного приводу допущеннях, які в міру накопичення експериментальних даних можуть бути уточнені, перспективність використання автоматизованого проектування за допомогою сучасного програмного забезпечення очевидна [1-3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – №1/1(85).

С. 9–17.

3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.

4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.

Іванчук Ярослав Володимирович **–** канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Веселовський Ярослав Петрович — аспірант кафедри галузевого машинобудування, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: ***Іскович–Лотоцький Ростислав Дмитрович*** **–** д–р. техн. наук, професор, завідувач кафедрою галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Veselovskiy Yaroslav P. — Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: ***Iskovich–Lototsky Rostislav D.*** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.91.048.6

Р.Р. Обертюх
А.В. Слабкий
С.Д. Музичук

ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІБРОСВЕРДЛІННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Сучасні тенденції машинобудування вимагають впровадження у виробництво методів і засобів які забезпечують підвищення надійності деталей та виробів в цілому, а також зменшення собівартості продукції. Надійність деталей машин в першу чергу залежить від їх міцності, зносостійкості, вібростійкості, теплостійкості тощо.

Ключові слова: вібрації, генератор імпульсів тиску, гідролінія, деформація, золотник.

Abstract

Current trends require engineering application to production methods and tools are on-lation improve the reliability of parts and products in general, and reducing production costs. Reliability of machine parts primarily depends on their strength, durability, vibrostiykosti, teplos-tiykosti more.

Keywords: vibration, pressure pulse generator, hydraulic line, valve.

Вступ

Одним із способів підвищення оброблюваності отворів є вібросвердління. Застосовується для механічної обробки отворів в деталях, що виготовляється з важкооброблюваних матеріалів, наприклад, нержавіючої сталі, титанових сплавів тощо. Під час обробки таких матеріалів утворюється, як правило, так звана «зливна» стружка, яка може бути причиною травмування верстатника і важко піддається утилізації і транспортуванню.

Метою роботи є розробка конструкції пристрою для вібросвердління, з вибором широкого діапазону частот

Результати дослідженя

Гідроімпульсний пристрій для вібросвердління складається з двох основних блоків – ГІТ та силової ланки у вигляді тонкостінної втулки-державки 2 (див. рис 1). який містить штуцера для підводу 13 та відводу 14 робочої рідини, однокаскадний генератор імпульсів тиску клапаного типу у вигляді гідроциліндра , який містить корпус 1 квадратного перерізу, втулку 8, в якій розміщена кулька 4 обперта на циліндричний штовхач 5, а циліндричний штовхач5, через виту пружину 6, обпертий на штовхач опорний 7 , який обпертий на законтрений регулювальний гвинт 10, гайкою 11 та розташований в кришці 9 ,яка зоконтрена гайкою 12 і містить силову ланку, яка закріплена за допомогою шпильок 16, загвинчених в корпус генератора імпульсів тиску, крім того містить кришку 3, втулку- державку 2, на якій нанесено гвинтову нарізку ,в якій розміщені кульки 15 а на її торці розміщений конус морзе для закріплення інструмента .

Пристрій працює наступним чином. Запірний елемент ГІТ – кулька 4 контактує зі своєю розточкою за двома поверхнями відповідно за діаметрами d_1 та d_2 . Поверхня контакту по діаметру d_1 за суттю є сідлом для кульки 4 (контактна герметизація), а спряження кульки за діаметром d_2 виконано за ходовою посадкою не нижче сьомого квалітету точності, таким чином, що лінія контакту кульки 4 і поверхні розточки розташована на відстані додатного перекриття від краю розточки.

Робочий хід кульки та її направлення в процесі відкриття ГІТ забезпечується розточкою в втулці 8, у стінках якої для безперешкодного проходження енергоносія профрезеровані наскрізні пази прямокутного перерізу. Місця з'єднання кришки 3 та втулки-державки 2 з корпусом 1 ГІТ ущільнено гумовим кільцем круглого перерізу, та закріплені за допомогою шпильок 16. Кулька 4 навантажена через циліндричний штовхач 5 пружиною 6 регулятора тиску «відкриття» ГІТ. Зміна поперечної деформації пружини 6 здійснюється за допомогою опорного штовхача 7 , який взаємодіє з гвинтом 10, що розташований в кришці 9 . Кришка 9 та гвинт 10 контряться відповідно гайками 11 та 12.

Гідроімпульсний пристрій для вібросвердління складається з двох основних блоків – ГІТ та силової ланки у вигляді тонкостінної втулки-державки 2 (див. фіг 1). який містить штуцера для підводу 13 та відводу 14 робочої рідини, однокаскадний генератор імпульсів тиску клапаного типу у вигляді гідроциліндра , який містить корпус 1 квадратного перерізу, втулку 8, в якій розміщена кулька 4 обперта на циліндричний штовхач 5, а циліндричний штовхач5, через виту пружину 6, обпертий на штовхач опорний 7 , який обпертий на законтрений регулювальний гвинт 10, гайкою 11 та розташований в кришці 9 ,яка зоконтрена гайкою 12 і містить силову ланку, яка закріплена за допомогою шпильок 16, загвинчених в корпус генератора імпульсів тиску, крім того містить кришку 3, втулку- державку 2, на якій нанесено гвинтову нарізку ,в якій розміщені кульки 15 а на її торці розміщений конус морзе для закріплення інструмента .

Пристрій працює наступним чином. Запірний елемент ГІТ – кулька 4 контактує зі своєю розточкою за двома поверхнями відповідно за діаметрами d_1 та d_2 . Поверхня контакту по діаметру d_1 за суттю є сідлом для кульки 4 (контактна герметизація), а спряження кульки за діаметром d_2 виконано за ходовою посадкою не нижче сьомого квалітету точності, таким чином, що лінія контакту кульки 4 і поверхні розточки розташована на відстані додатного перекриття від краю розточки.

Робочий хід кульки та її направлення в процесі відкриття ГІТ забезпечується розточкою в втулці 8, у стінках якої для безперешкодного проходження енергоносія профрезеровані наскрізні пази прямокутного перерізу. Місця з'єднання кришки 3 та втулки-державки 2 з корпусом 1 ГІТ ущільнено гумовим кільцем круглого перерізу, та закріплені за допомогою шпильок 16. Кулька 4 навантажена через циліндричний штовхач 5 пружиною 6 регулятора тиску «відкриття» ГІТ. Зміна поперечної деформації пружини 6 здійснюється за допомогою опорного штовхача 7 , який взаємодіє з гвинтом 10, що розташований в кришці 9 . Кришка 9 та гвинт 10 контряться відповідно гайками 11 та 12.

Також гумовими кільцями круглого перерізу ущільнені штуцери підводу 13 та відводу 14 робочої рідини, втулка 8 і штовхач опорний 7 регулятора тиску «відкриття» ГІТ (на схемі не позначені позиціями).

Енергоносій через штуцер 13 підводиться в напірну порожнину А (див . фіг. 1) , в процесі зростання тиску в цій порожнині відбувається повздовжня деформація втулки-державки 2, яку можна оцінити за простою залежністю:

$$\delta = \frac{\pi d_c^2}{4} \; p_r / k_1 \qquad (1)$$

де d_c – робоча площа розточки втулки-державки ; p_r – робочий тиск ; k_1 – жорсткість втулки-державки.

За досягнення в напірній порожнині *А* тиску $p_r = p_1$, тут $(p_1 = 4k_2 \cdot y_{01} / \pi d_1^2)$ – тиск «відкриття» ГІТ, кулька 4 відривається від сідла і енергоносій під тиском p_1 діє на всю площу кульки $f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \approx 0,785 \cdot d_2^2$ (напірна порожнина *А* сполучається з проміжною порожниною *В*), що викликає швидке переміщення кульки 4 на шляху її прямого ходу $h_k = h_o + h_в$ ($h_в$ – від'ємне перекриття), в наслідок чого порожнини *А* і *В* з'єднуються зі зливною порожниною *С*. Тиск в гідросистемі пристрою зменшується і за його величини $p_2 \le k_2(y_{01} + h_k) / f_2$ (де p_2 – тиск «закриття» ГІТ) кулька 4 переміщується у вихідне положення, тим самим відділяючи напірну порожнину *А* від зливної гідролінії . В момент зменшення тиску до рівня p_2 силова ланка під дією сили своєї пружності здійснює зворотній хід, в результаті чого відбувається переривання процесу різання. Далі цикл повторюється.

Розрахункова схема силової ланки у вигляді тонкостінної втулки з нанесеною на її зовнішню поверхню стрічковою нарізкою в якій розміщені кульки 15 .

Принцип роботи втулки-державки 2 полягає в пружній деформації її тонкостінної частини, яка має гвинтовий характер через нанесену на її поверхню стрічкову нарізку з великим кроком t та розміщення кульок 15 для зменшення тертя. Зростання тиску в порожнині *А* до рівня p_1 спричиняє видовження втулки 2 та закручування її перерізу на певний кут.

Лінійну та кутову деформацію втулки можна наближено оцінити за законом Гука:

$$\Delta l_{max} = \frac{F_{a\,max} \cdot l_0}{(E \cdot A)}, \qquad (2)$$

$$\varphi_{max} = \frac{T_{max} \cdot l_0}{(G \cdot I_p)}, \qquad (3)$$

де $F_{a\,max} = 0,785 p_1 \cdot d_в^2$ – максимальна осьова сила, що розтягує втулку (без врахування осьової сили різання, наприклад під час свердління); l_0 – довжина тонкостінної частини втулки 2; Е – модуль пружності матеріалу втулки; $A = 0,785(d_з^2 - d_в^2)$ – площа поперечного перерізу

втулки; $\pi/4 == 0{,}785$; $d_з$, $d_в$ – діаметральні розміри тонкостінної частини втулки 2; $T_{max} = F_{a\,max} \cdot tg(\gamma) \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5(d_з + d_в)$ – крутний момент, що діє на втулку 2; G – модуль зсуву матеріалу втулки; $I_p = \frac{\pi \bar{d}_н^4}{32}\left(1 - \frac{d_в}{\bar{d}_п}\right)$ – полярний усереднений момент інерції перерізу тонкостінної частини втулки 2; $\bar{d}_н = 0{,}5(d_п + d_з)$; $tg(\gamma) = P_t/(\pi \bar{d}_н)$ – кут підйому гвинтової лінії нарізки.

При зменшенні тиску в порожнині А до рівня p_2, лінійну та кутову деформації втулки 2 можна оцінити за такими залежностями як (2) та (4.3), але за осьової сили $F_{a\,min} = 0{,}785 p_2 \cdot d_в^2$ та моменту $T_{min} = 0{,}5 \cdot F_{a\,min} \cdot tg(\gamma) \cdot \bar{d}_н$.

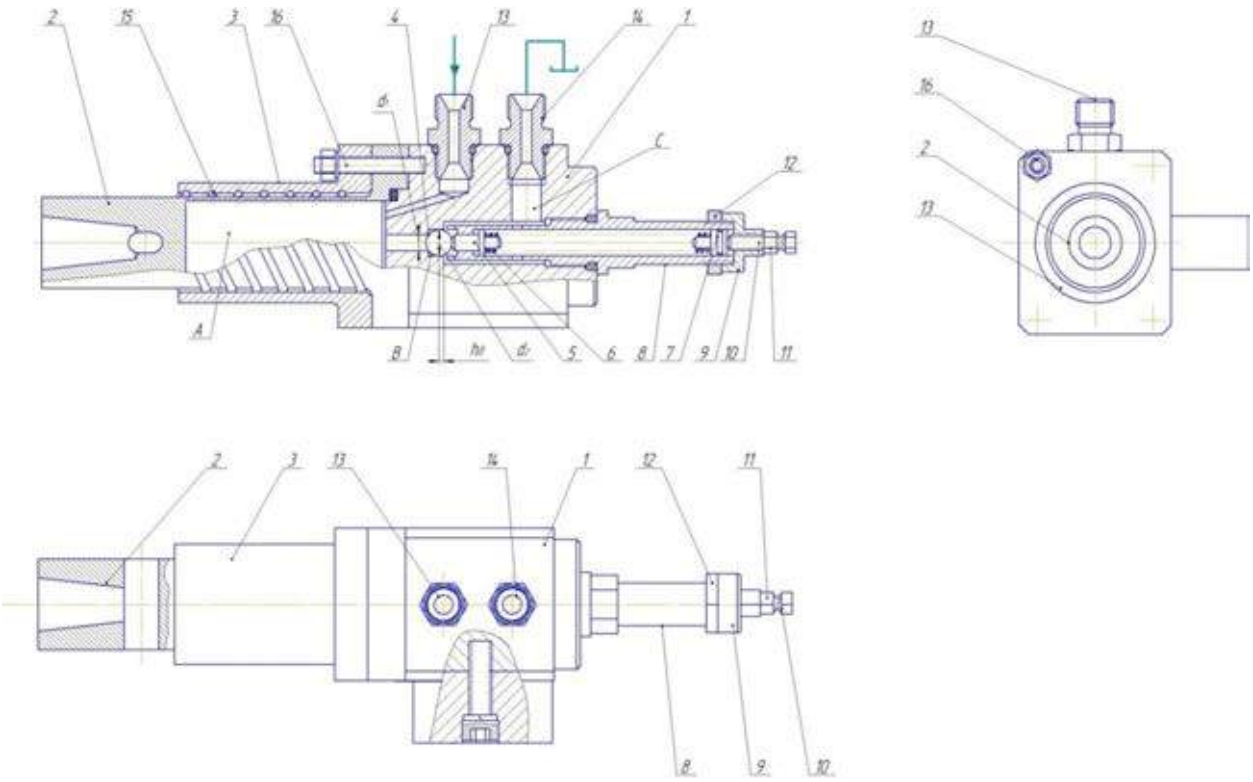


Рис 1 – Гідроімпульсний пристрій для вібросвердління

Робота гідроімпульсного пристрою для вібросвердління.

1) Рідина під тиском із гідронасоса через золотник 13 надходить в напірну порожнину А при досягнені достатнього тиску в напірні порожнині А кулька 8 відривається від сідла в наслідок чого порожнини *A* і *B* з'єднуються зі зливною порожниною *C*. Тиск в гідросистемі пристрою зменшується

2) регульований генератор імпульсів тиску, створює імпульси рідини,які деформують стінки втулки державки та викликають вібрації, які потрібні для роботи пристрою

3) регулюється гвинтом 10 який через штовхач 7 діє на пружину 8 , чим змінюють силу притискання кульки тим самим змінюючи режим роботи пристрою.

Висновки

При роботі гідроімпульсного пристрою для вібросвердління отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску відбувається деформаційне зміцнення, що призводить до підвищення зносостійкості та ресурсу.

Список використаної літератури
1. Обертюх Р. Р., Слабкий А.В. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода. Монографія. – Вінниця: ВНТУ – Вінниця, 2015р.–164 с.
2. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987, 328 с., ил.

Музичук Святослав Дмитрович — студент групи 1М-13Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Обертюх Роман Романович – проф.. к.т.н викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, Вінницький національний технічний університет

Андрій Валентинович Слабкий — канд. техн. наук, старший викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: ***Андрій Валентинович Слабкий*** — канд. техн. наук, Вінницький національний технічний університет, старший викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв. ***Обертюх Роман Романович –*** проф.. к.т.н викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, Вінницький національний технічний університет

Muzychuk Svyatoslav D.– Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Slabkiy Andrey V. – Cand. Sc. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Senior lecturer of department of machine tools and automated production equipment

Obertiukh Roman R. - Cand. Sc. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Senior lecturer of department of machine tools and automated production equipment

УДК 629.3.021

О. О. Коваль

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуті основні методи відновлення дорожнього покриття. Показано, що технологія холодного фрезерування є сучасним засобом для реабілітації та реконструкції автомобільних доріг.

Ключові слова: ремонт, відновлення, дорожнє покриття, холодне фрезерування, дорожня фреза.

Abstract

The basic methods of road pavement repair were considered. Was shown that the cold milling is a modern tool for rehabilitation and reconstruction of the roads.

Keywords: repair, restoration, road pavement, cold milling, cold planner.

Вступ

Одним з основних показників для постійного розвитку економіки держави є висока якість мережі автомобільних доріг, більшу частину яких створено за допомогою бетону та асфальтобетону (де функцію зв'язки відіграє бітум, в'язкість якого забезпечує пластичну деформацію дорожнього полотна), що мають здатність чинити опір постійним навантаженням від коліс автомобілів та впливу природних факторів [1]. Основними недоліками є порівняно невисока стійкість, яка призводить до швидкого зношування, а також менша пружність, ніж у бетону та розм'якшування у спеку [2].

При виникненні зазначених недоліків для їх усунення застосовують різні технологічні засоби, які виконують низку операцій з обслуговування і ремонту дорожнього полотна. Такі машини як холодні фрези (cold planner) [3] працюють на основі технології холодного фрезерування [4].

Вперше технологію гарячого фрезерування для ремонту доріг було розроблено та застосовано у другій половині XX століття у ФРН. Необхідність розігрівання поверхневого шару дорожнього покриття під час виконання ремонтних робіт суттєво підвищувало їх собівартість, оскільки використовувалася велика кількість нагрівальних елементів у вигляді газових горілок. Починаючи з 1980 року активно використовується технологія холодного фрезерування дорожнього покриття, яка дає можливість повторного використання відпрацьованого матеріалу. Холодне фрезерування відрізняється економічністю, великими значеннями глибини (до 450 мм) і швидкості фрезерування та високою точністю виконуваних робіт [4].

Холодні фрези характеризуються універсальністю та не потребують особливих затрат при їх обслуговуванні. Вони зручні при транспортуванні, оскільки оснащені знімним відвантажувальним конвеєром. Широка різноманітність типів фрезерних барабанів та простота їх установки, наприклад, ЕКО барабан або барабан для тонкого фрезерування, забезпечують широкий спектр робіт під час реабілітації або видалення зношеного шару дорожнього покриття.

Холодні фрези за типом виконуваних робіт поділяють на малі, середні та великі. Усі вони мають знімний відвантажувальний конвеєр, який під час роботи машини транспортує відпрацьований матеріал до кузова вантажівки. Базове шасі, залежно від моделі, встановлено на гусеничному або колісному ходу. Машини оснащено розвиненою гідравлічною системою, яка приводить в рух усі виконавчі ланки. Ріжучим органом слугує фрезерний барабан, до якого за допомогою зварювання по спіралі кріпляться сегменти різцетримачів. Фрезерний барабан приводиться в рух від валу відбору потужності дизельного двигуна через хвильовий редуктор, пасову передачу, циліндричний редуктор та пружні муфти. Регулювання частоти обертання фрезерного барабана здійснюється зміною шківів.

Висновки

Технологія холодного фрезерування дорожнього покриття є сучасним засобом для ремонту та відновлення автомобільних доріг усього світу. Завдяки широкому різноманіттю типів холодних фрез забезпечується велика кількість операцій, які дозволяють підтримувати належний стан дорожнього

покриття або проводити демонтаж зношеного шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабков В. Ф. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1 Учебник для вузов по спеціальностям «Автомобильный дороги» и «Мосты и тоннели» / В. Ф. Бабков, О. А. Андреев. - М.: Транспорт, 1979. – 367 с.
2. Справочная энциклопедия дорожника. Проектирование автомобильных дорог / [под ред. Г. А. Федотова и П. И. Поспелова.], Том V. - М.: Информавтодор, 2007. – 668 с.
3. Современные машины и прогрессивные технологии для строительства дорог [Електронний ресур] / Wirtgen GmbH. – 2016. Режим доступу: http://www.wirtgen.de
4. Руководство по холодным фрезам Wirtgen: Технология и применение [Електронний ресур] / Wirtgen GmbH. – 2016. Режим доступу: http://www.wirtgen.de

Коваль Олег Олександрович — аспірант, кафедра галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kovaloleg@outlook.com

Науковий керівник: ***Поліщук Леонід Клавдійович*** — к. техн. наук, доцент, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Koval Oleg O. — Industrial Engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : kovaloleg@outlook.com

Scientific Supervisor ***Polishchuk Leonid K.*** — Cand. Sc. (Eng), Professor of Industrial Engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.91.048.6

А.В. Слабкий
Ю.А. Свящук

ПНЕВМОІМПУЛЬСНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ЦИЛІНДР З ВБУДОВАНИМ ГЕНЕРАТОРОМ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ ПАРАМЕТРИЧНОГО ТИПУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Сучасний рівень автоматизації на промислових підприємствах є високий, але є певні фактори які унеможливлюють автоматизацію . На промислових підприємствах, пов'язаних з процесами зберігання та переробки сипучих матеріалів, нерідко виникають умови, що затрудняють проходження компонентів і сумішей по технологічним і транспортним маршрутам. Установка в проблемних місцях пневматичних вібраторів є, безсумнівно, найкращим рішенням, що забезпечує безперешкодний рух сипучих матеріалів у виробничих лініях.

Ключові слова: вібрації, генератор імпульсів тиску, повітря, ударник.

Abstract

The current level of automation in industrial plants is high, but there are certain factors that prevent automation. Industrial enterprises associated with the processes of storage and processing of bulk materials, there are often provided zatrudnyayut passage components and mixtures for technological and transport routes. Set in problem areas pneumatic vibrators are undoubtedly the best solution, which ensures free movement of bulk materials in production lines.

Keywords: vibration, pressure pulse generator, air , drummer.

Вступ

На промислових підприємствах, пов'язаних з процесами зберігання та переробки сипучих матеріалів, нерідко виникають умови, що затрудняють проходження компонентів і сумішей по технологічним і транспортним маршрутам. Причиною цього є характеристики транспортуючих матеріалів (вологість, розмір часток, погана сипкість та ін.), конструктивні особливості устаткування, ємностей зберігання, переходів між транспортними механізмами (форма, якість поверхні, неоптимальні кути сходу, наявність вертикальних кутових з'єднань і т.д.). погіршення сходу, накопичення, налипання, утворення склепінь і заторів приводить до зменшення продуктивності технологічних ліній, а в разі виробництва сумішей із заданим процентним вмістом компонентів до погіршення якості готового продукту.

Установка в проблемних місцях пневматичних вібраторів є, одним з найбільш раціональних методів вирішення проблеми безперешкодного руху сипучих матеріалів у виробничих лініях. Тому розробка нових конструкцій вібраційних пневматичних циліндрів є актуальною науковою та технічною задачею .

Основна частина

Пневмоімпульсний вібраційний циліндр з вбудованим генератором імпульсів тиску параметричного типу складається з корпусу круглого перерізу 1, в якому вгвинчений золотник 3. Один з торців має два отвори для регулювання положення золотника 3 в корпусі 1. Золотник 3

містить ущільнювальні кільці, які забезпечують герметичність пристрою. Відстань між торцем золотника 3 та ударника 2 є величиною суворо регламентованою h_{01} *(h=1,5..2 мм)*. В корпусі виконанно два отвори, в яких розміщені штуцери підводу 13 та відводу 14 енергоносія у вигляді повітря. Відстань між отвором відводу енергоносія та торцем золотника є теж суворо регламентованою величиною h_{02} *(h=2,5..3 мм)*. В ударнику 2 виконано глухий отвір, в якому розміщена вита пружинна 9 . Попередня деформація витої пружини 9 регулюється гвинтом 5, який через завальцовану кульку 7 та циліндричний штовхач 8 контактує з опорною поверхнею витої пружини 9. Гвинт є вгвинчений в пластину 4, та законтрений гвинтом 11, який підтискає шайбу 6, що входить в паз виконаний в пластині 4. Це в свою чергу забезпечую надійність гвинтового з'єднання під час вібраційного режиму роботи. Пластина 4 прикріплена трьома болтами 12 до корпусу 1.

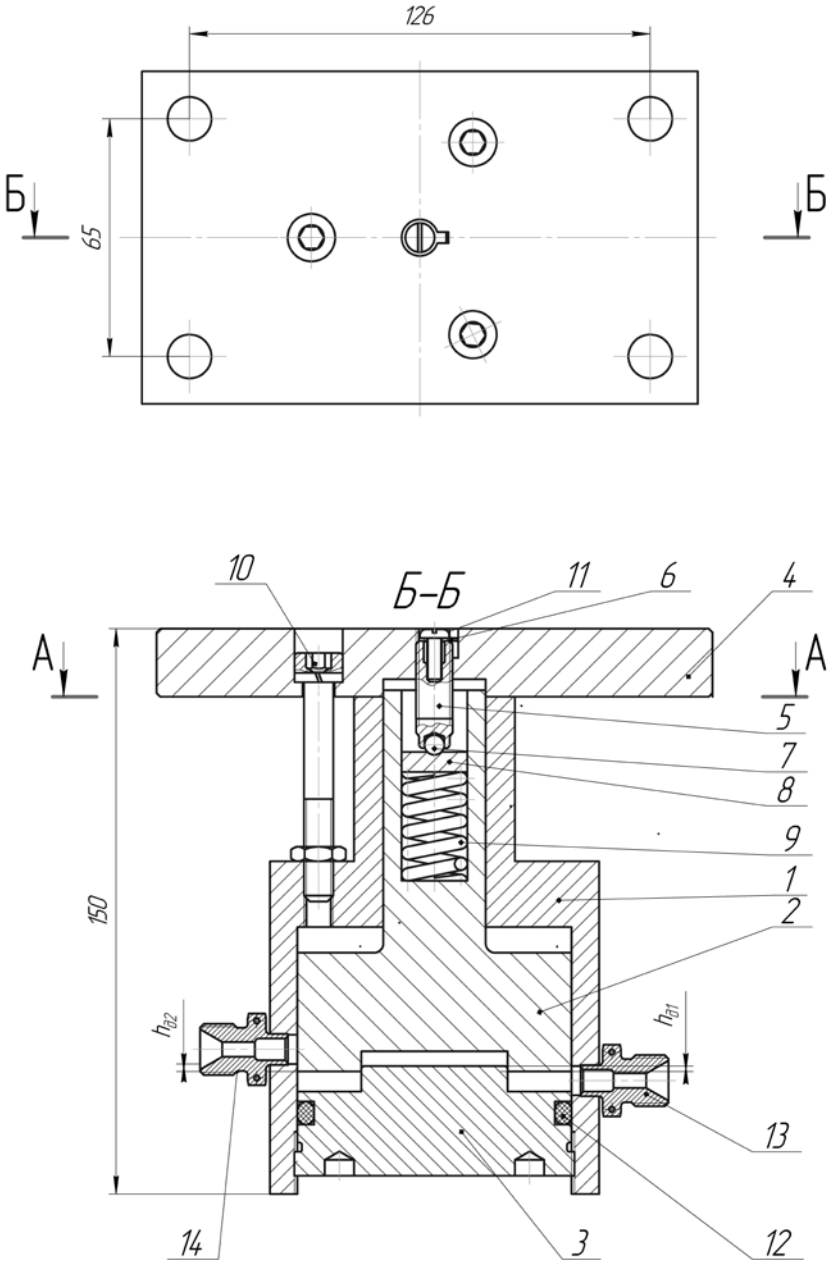


Рис 1 – Пневмоімпульсний вібраційний циліндр з вбудованим генератором імпульсів тиску параметричного типу

Робота невмоімпульсного вібраційного циліндр з вбудованим генератором імпульсів тиску параметричного типу

1) Повітря під тиском із пневмокомпресора через штуцер 13 надходить в напірну порожнину А при переміщенні ударника на величину $h_{\partial 1}$ напірна порожнина А і *В* з'єднуються , та відбувається «підхват» в наслідок збільшення площі, на яку діє тиск. При переміщенні ударника на величину $h_{\partial 2}$ відбувається з'єднання порожнин А і В з навколишнім середовищем, внаслідок чого різко падає тиск, та під дією сили пружини, ударник повертається в початкове положення.
2) удари ударника 2 об пластину 4 викликають удари, які потрібні для роботи пристрою
3) регулюється гвинтом 5 який через штовхач 5, який через завальцовану кульку 7 та циліндричний штовхач 8, чим змінюють силу притискання ударника тим самим змінюючи режим роботи пристрою.

Висновки

При роботі пневмоімпульсного вібраційного циліндр з вбудованим генератором імпульсів тиску параметричного типу відбувається звільнення виробничих ліній від налипання та скупчень, що призводить до підвищення автоматизації підприємства в цілому

Список використаної літератури
1. Обертюх Р. Р., Слабкий А.В. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода. Монографія. – Вінниця: ВНТУ – Вінниця, 2015р.–164 с.

Андрій Валентинович Слабкий — канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет
Свящук Юрій Анатолійович — студент групи 1М-13Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Науковий керівник: ***Андрій Валентинович Слабкий*** — канд. техн. наук, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри галузевого машинобудування

Slabkiy Andrey V. – Cand. Sc. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Senior lecturer of industry engineering

Sviashchuk Yurii A..– Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 631.3:634

В. О. Кравчук
Л. К. Поліщук

РОБОЧИЙ ОРГАН ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВТОРИННОГО ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ

Вінницький національний технічний університет.

Анотація

Запропонована конструкція робочого органу пристрою для вторинного подрібнення деревинних відходів, в якій використано вмонтований гідравлічний привід із спеціальним гідромотором.

Ключові слова: *робочий орган, вмонтований гідравлічний привід, подрібнення деревинних відходів.*

Abstract

The design of the working body of the device for secondary shredding wood waste, which uses hydraulic drive mounted with a special hydraulic.

Keywords: labor body, mounted hydraulic drive, grinding wood waste

Вступ

В умовах постійного зростання цін на енергоносії гостро постало питання запровадження технології енергозбереження, чи використання альтернативних екологічно чистих джерел енергії.

Деревообробна промисловість накопичує велику кількість відходів у вигляді тріски, тирси, стружки тощо, які у більшості випадків не використовуються, і їх просто викидають. Крім того, щорічне проріджування та обрізка лісових, паркових, придорожніх насаджень спонукає до пошуку розв'язання проблеми утилізації утворених відходів.

Одним з перспективних напрямків раціонального використання цієї сировини є виробництво з неї гранул чи брикетів та їх подальше використання як паливо. Для цього використовують різне за устаткуванням обладнання: мобільне – у вигляді додаткових змінних пристроїв базової машини (наприклад трактора); стаціонарне – у вигляді технологічної лінії деревообробного виробництва.

Результати дослідження

Основними вимогами до сировини, що підлягає обробці, є величина фракції (ступінь подрібнення 2...5 мм) та вологість (від 6 до 8 %). Тому підготовку сировини до обробки необхідно проводити в три етапи: перший – попереднє подрібнення в щепу (10-20 мм); другий – зменшення вологості за допомогою сушильних установок; третій – остаточне подрібнення до необхідних розмірів, в залежності від величини брикетів.

Для встановлення основних характеристик подрібнювачів деревинних відходів та їх конструктивних особливостей були розглянуті конструкції найбільш поширених пристроїв [1, 2]. При вторинному подрібненні потрібно враховувати різну твердість деревинних матеріалів. Тому, для забезпечення різних режимів роботи інструмента, доцільно використати гідропривід. Аналізом гідроприводних пристроїв встановлено, що найбільш ефективним є використання вмонтованого гідравлічного приводу в інструменті подрібнювача [3]. Розроблено конструкцію робочого органу пристрою для вторинного подрібнення деревинних відходів (рис. 1.), основними складовими якого є корпус барабана, всередині якого розміщено гідравлічний мотор спеціального виконання, встановлений на нерухомій опорній осі. На зовнішніх поверхнях кришок корпуса спеціального гідромотора виконано виступи, які входять в зачеплення з виступами виконаними на внутрішній поверхні корпуса барабана. Різці закріплено за гвинтовою твірною на зовнішній поверхні барабана. За необхідності їх легко можна замінити. Живлення гідромотора здійснюється через центральний осьовий отвір, виконаний в опорній осі, та радіальні канали, що відходять від нього до відповідних каналів корпусу гідромотора, з'єднаних з робочими камерами, що утворені шестірнями-сателітами та сонячним зубчастим колесом і рухомим корпусом. Аналогічно протилежна робоча камера з'єднана із зливною магістраллю, що підведена до іншого центрального осьового отвору, виконаного в опорній осі.

Робочий орган подрібнення деревини працює таким чином. Під час подачі робочої рідини під тиском в робочі камери шестірень-сателітів здійснюється їх обертання відносно власних осей і одночасно їх перекочування зубчастим вінцем нерухомого сонячного зубчастого колеса. В результаті цього здійснюється обертання рухомого корпусу, в якому розміщені підшипники шестірень-сателітів, відносно нерухомої опорної осі. Жорстко скріплені з рухомим корпусом кришки гідромотора надають обертальний рух корпусу барабана з розміщеними на ньому різцями.

Робоча рідина, що втратила енергію з робочих камер потрапляє на злив. Крутний момент, що розвивається робочим органом, залежить від співвідношень діаметрів сонячного зубчастого колеса і шестірень-сателітів та їх числа. Крім того крутний момент може плавно змінюватися регулюванням тиску робочої рідини. Зміною витрат робочої рідини можна керувати числом обертів робочого органу.

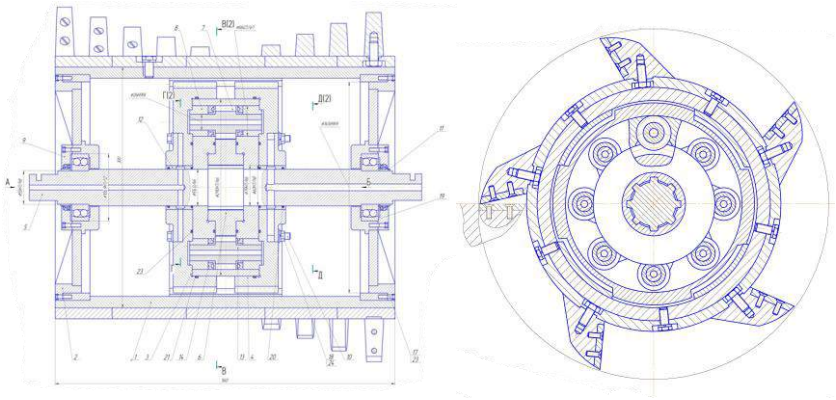


Рис. 1. Конструктивна схема привода пристрою для подрібнення деревини

Технічна характеристика

1.швидкість обертання інструменту, м/с..... 1,64
2.крутний момент, Н·м.....10…300
3.потужність, кВт.....28
4.маса, кг.....930

Висновки

Для підтвердження ефективності використання вмонтованого гідравлічного приводу в робочому органі пристрою для вторинного подрібнення деревинних відходів необхідно виконати теоретичні та експериментальні дослідження. Розроблено конструкторську документацію для виготовлення дослідного зразка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. r-ate.ru [Електронний ресурс]: Режим доступу –r-ate.ru/tehnika/rubilnaya-mashina-rm-800-4.html
2. hemmel.com.ua [Електронний ресурс]: Режим доступу –hemmel.com.ua/uk/production/complex _rk_ 847
3. Поліщук Л. К. Вибір раціональної схеми привода конвеєра за критеріальними оцінками / ЛК Поліщук, РП Коцюбівський, СА Барабанов // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вип 10 (2). – С. 149 – 154

Кравчук Валерій Олександрович – студент групи 1М-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1m.13b.kravchuk@gmail.com

Науковий керівник: ***Поліщук Леонід Клавдійович*** – канд. техн. наук, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Kravchuk Valeriy O. – Faculty of engineering and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: 1m.13b.kravchuk@gmail.com

Supervisor: ***Polishchuk Leonid K.*** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, department of mechanical engineering industry, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.01(075)

Ж. П. Дусанюк
О. В. Дерібо
С. В. Репінський
М. С. Плис

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «ФЛАНЕЦЬ»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано можливі способи виготовлення вихідної заготовки деталі типу «Фланець». На прикладі конкретної деталі проведено розрахунки, які дозволили дослідити техніко-економічні показники вибраних способів та визначити найдоцільніший з них.

Ключові слова: заготовка, лиття, способи виготовлення заготовки, норми точності, розміри, маса заготовки, коефіцієнт точності маси, собівартість заготовки, технологічна собівартість механічної обробки.

Abstract

The possible methods of making of initial purveyance of detail are analyzed as «Flange». On the example of concrete detail calculations that allowed to investigate the technical and economic indexes of the chosen methods and define most expedient from them are conducted.

Keywords: blank, casting, ways of making blanks, standards of accuracy, size, blanks weight, precision mass ratio, blanks costs, technological machining costs.

Вступ

Виробництво заготовок – один з важливих та відповідальних етапів виготовлення машин. Вибір матеріалу, способу виготовлення вихідної заготовки, її конструктивної форми, розмірів, обладнання і технологічного оснащення для її виготовлення суттєво впливають на якість деталей і собівартість їх виготовлення.

На заготівельній стадії виробництва закладаються основні техніко-експлуатаційні параметри майбутнього виробу, машини і економічні показники підприємства, що займається їх виготовленням. Використання прогресивних методів та способів виготовлення заготовок не тільки забезпечує зниження трудомісткості виготовлення, але й економить матеріал, поліпшує якість виробів та машин, підвищує їх довговічність, експлуатаційну надійність і економічність.

Високі техніко-економічні показники розвитку заготівельної стадії процесу виготовлення машин зумовлюють сталу тенденцію до підвищення питомої ваги цього етапу в сукупних витратах праці на виробництво деталей [1].

Для прийняття найдоцільнішого рішення потрібен комплексний аналіз техніко-економічної ефективності всіх альтернативних варіантів. Вибраний варіант має забезпечити зниження матеріаломісткості, собівартості виготовлення заготовки, трудомісткості та собівартості послідуючої механічної обробки, енерговитрат, підвищення продуктивності праці, а також заданий рівень якості, збереження чистоти навколишнього середовища.

Мета роботи – виявлення найраціональнішого за техніко-економічними показниками способу виготовлення литої заготовки деталі типу «Фланець».

Для досягнення поставленої мети розв’язувались такі задачі:

- вибір методу виготовлення заготовки деталі згідно робочого креслення;
- вибір можливих способів виготовлення заготовки;
- вибір норм точності при вибраних способах;
- вибір допусків, припусків, розрахунок розмірів заготовок;
- оформлення креслень заготовок, 3D-моделей, визначення маси заготовок при різних способах їх виготовлення;

- розрахунок коефіцієнтів точності мас, собівартості виготовлення заготовок;
- визначення найбільш точних поверхонь, кількості ступенів їх обробки;
- нормування операцій механічної обробки найточніших поверхонь та поверхонь, що додатково обробляються через відсутність їх в заготовок, виготовлених менш точними способами;
- визначення сумарної собівартості механічної обробки (за винятком тих поверхонь, обробка яких є однаковою);
- розрахунок витрат на виготовлення вихідних заготовок та механічну обробку для різних способів їх виготовлення;
- визначення найраціональнішого способу виготовлення заготовки.

Результати дослідження

Дослідження виконувались на прикладі деталі «Фланець» (рис. 1), що виготовляється в умовах середньосерійного виробництва, матеріал – сталь 35Л. Маса деталі – 27,5 кг.

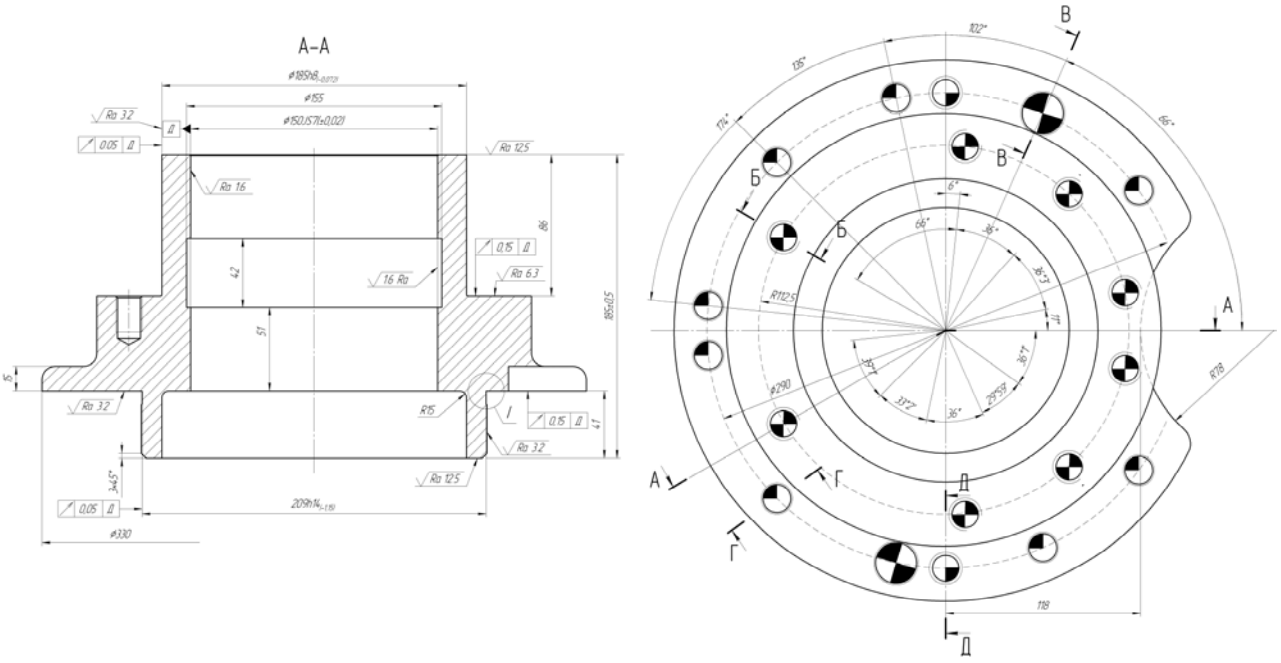


Рис. 1. Креслення деталі «Фланець»

Метод виготовлення заготовки – лиття. Можливі способи – лиття в піщано-глинисті форми з ручним формуванням суміші, з машинним формуванням суміші, лиття в оболонкові форми, відцентрове лиття, лиття в облицьований кокіль, лиття за виплавними моделями.

Використовуючи рекомендації [2, 4] в роботі проведено вибір норм точності для різних способів виготовлення заготовок, а саме – класи розмірної точності, ступені жолоблення, ступені точності поверхонь виливків, шорсткість поверхонь виливків, класи точності маси, ряди припусків на обробку виливків.

Одержані дані дозволили провести для способів лиття, що розглядаються, вибір допусків [2, 4]: розмірів заготовок, форми та розміщення, зміщення по площині рознімання, через перекіс стрижня, нерівностей, маси. На основі цих допусків вибрані загальні допуски розмірів заготовок.

На наступному етапі досліджень вибрані мінімальні та загальні припуски на оброблювані поверхні заготовок для аналізованих способів лиття [2, 4]. Це дозволило розрахувати розміри заготовок, оформити робочі креслення та їх 3D моделі, визначити масу, встановити коефіцієнт точності маси.

За відомих мас розраховано собівартості виготовлення заготовок за формулою [3, 4]

$$C_{заг.лит.} = \frac{Q_{заг} \cdot C_{лит} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_П}{1000} - \frac{(Q_{заг} - Q_{дет}) \cdot C_{відх}}{1000} \text{ [грн.]}, \qquad (1)$$

де $Q_{дет}$, $Q_{заг}$ – маса деталі, заготовки, кг; $C_{лит}$ – базова вартість 1 т заготовок, грн.; K_T, K_M, K_C, K_B, $K_П$ – коефіцієнти, що залежать відповідно від класу точності виливка, марки матеріалу, групи складності, маси і об'єму виробництва.

В подальшому аналізі розглядаються найточніші поверхні деталі, для яких кількість переходів механічної обробки при різних способах виготовлення заготовок може відрізнятися. До них відносяться поверхні: Ø185$h8_{(-0,072)}$, Ø 210$h8_{(-0,072)}$, Ø150$j_S7(\pm0,017)$. Крім того, розглянуто поверхні, які за одних способів лиття відливаються, а за інших – ні, і тому потребують механічної обробки для видалення напусків. Це поверхні під розміри Ø25$H9^{(+0,052)}$, R83, Ø155, Ø185.

Всі інші поверхні обробляються одноразово, вони виключені з порівняльного аналізу, оскільки трудомісткість і собівартість їх обробки буде однаковою.

Технологічна собівартість обробки вказаних поверхонь визначалася за формулою [5]

$$C_{обр} = \frac{C_{п-з} \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot k_B} \text{ [грн.]}, \qquad (2)$$

де $C_{п-з}$ – цехові годинні приведені витрати, грн./год.; $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час виконання операції, хв; k_B – коефіцієнт виконання норм (в машинобудуванні k_B = 1,3).

Штучно-калькуляційний час було визначено за формулами наближеного нормування [6].

На основі проведених розрахунків одержано сумарну величину витрат: на виготовлення заготовки, технологічну собівартість обробки найбільш відповідальних поверхонь та поверхонь, що підлягають обробці, які не виготовлені у вихідній заготовці.

Результати досліджень показані на рисунках 2–5.

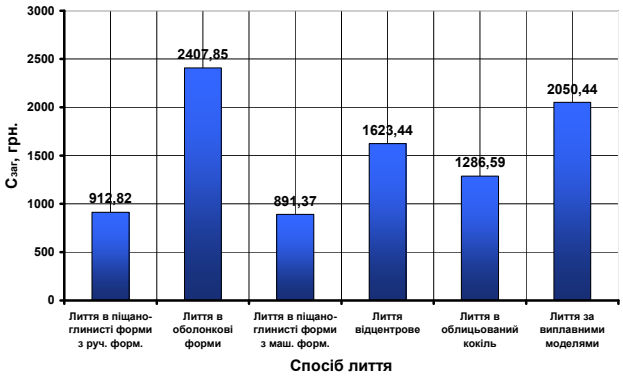


Рис. 2. Залежність собівартості виготовлення вихідної заготовки від способу лиття

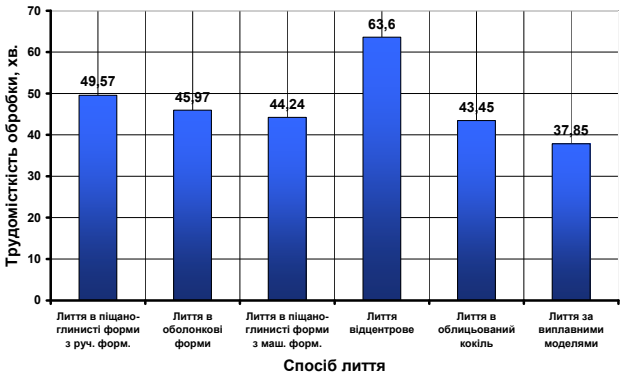


Рис. 3. Залежність трудомісткості обробки від способу лиття

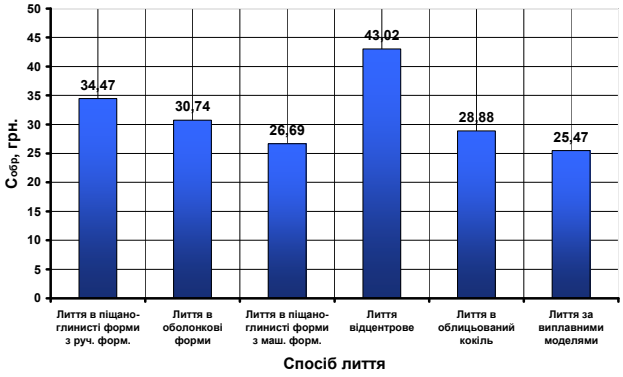


Рис. 4. Залежність технологічної собівартості механічної обробки від способу лиття

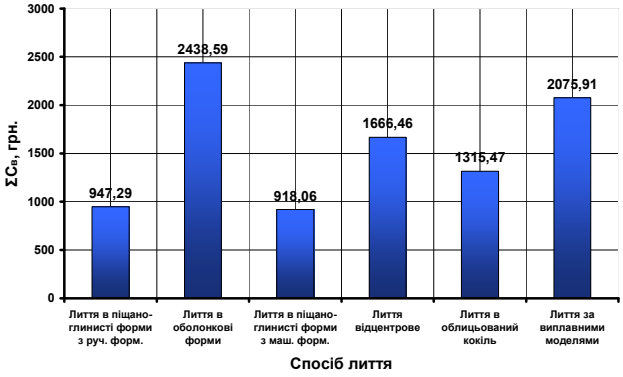


Рис. 5. Залежність сумарних витрат на виготовлення заготовки та обробку поверхонь від способу лиття

Висновки

1. Найвищий клас розмірної точності литої вихідної заготовки деталі типу «Фланець» забезпечує лиття за виплавними моделями. Крім того, цей спосіб лиття забезпечує найменшу масу заготовки, найвищий коефіцієнт точності маси (найменші відходи матеріалу в стружку під час механічної обробки), найменші трудомісткість та технологічну собівартість механічної обробки. Разом з тим собівартість виготовлення вихідної заготовки є досить високою (в 2,3 рази більшою, ніж при литті в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші) і тому високими є і загальні витрати (в 2,26 рази більші, ніж при литті в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші).

2. Найбільшу собівартість виливка та загальні витрати має заготовка, виготовлена литтям в оболонкові форми.

3. Заготовка, виготовлена литтям в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші, за точністю виготовлення досить близька до виливків, отриманих відцентровим литтям і литтям в облицьований кокіль, але за масою заготовки, коефіцієнтом точності маси, трудомісткістю та технологічною собівартістю механічної обробки є найбільш близькою до виливка, виготовленого за виплавними моделями. Крім того, собівартість виливка в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші є найнижчою з усіх варіантів лиття і, відповідно, забезпечує найменші загальні витрати і тому для заданих виробничих умов цей спосіб лиття є найраціональнішим.

4. Результати роботи можуть бути використані для аналізу наявних та проектування нових технологічних процесів у машинобудівному виробництві, а також у навчальному процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні / Л. І. Боженко. – Київ : НМК ВО, 1990. – 264 с.

2. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ26645-85. – [Чинний від 1987-07-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 53 с.

3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – М. : ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.

4. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.

5. Расчеты экономической эффективности новой техники : Справочник / Под общ. ред. К. М. Великанова. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 448 с.

6. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Плис Максим Сергійович – студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Plys Maksym S. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.22

Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
М. В. Гоменюк

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано модернізацію гідравлічної схеми та конструкції стенда для статичних випробувань рукавів високого тиску. Це дозволить розширити технологічні можливості стенда, покращити умови роботи під час випробувань та обслуговування.

Ключові слова: стенд, статичні випробування, навантаження, рукава високого тиску, гідравлічна схема, модернізація.

Abstract

Modernisation of hydraulic chart and construction of stand is offered for the static tests of sleeves high-pressure. It will allow to extend technological possibilities of stand, improve the terms of work of workers during tests and service.

Keywords: stand, static test, load, high pressure, hydraulic circuit, modernization.

Вступ

Рукава високого тиску (РВТ) знаходять широке застосування в гідросистемах транспортних, гірничих, будівельних, сільськогосподарських, лісозаготівельних машин, металорізальних верстатів та інших.

Дуже важливою є задача забезпечення герметичності та міцності РВТ. Для цього проводять здавально-приймальні випробування зразків РВТ. Згідно з рекомендаціями ГОСТ6286-73 та ГОСТ 25452-82, зразки РВТ підлягають статичним випробуванням. РВТ піддають тиску, що перевищує робочий, і витримують певний період часу. За допомогою таких випробувань оцінюється загальна міцність РВТ. Для таких випробувань використовують спеціальні стенди, які дозволяють випробовувати РВТ за допомогою статичних навантажень. Проте більшість стендів мають певні недоліки, такі як неточність забезпечення величини випробувального тиску, значна складність конструкції, невідповідність температурного режиму (які задаються вищезазначеними стандартами) або надзвичайно велика трудомісткість роботи зі стендом (тобто бажано було б, щоб стенд автоматично вимикався зразу ж після руйнування РВТ, або виходу з ладу будь-якого елемента стенда).

Мета роботи – розширення технологічних можливостей для статичних випробувань РВТ та забезпечення зручності роботи працівників.

Задачі, які вирішуються:

- аналіз існуючої конструкції стенда, встановлення недоліків;
- розробка гідравлічної схеми модернізованої конструкції стенда;
- модернізація вузлів стенда для досягнення поставленої мети;
- створення безпечних умов роботи працівників, що займаються випробуваннями РВТ.

Результати дослідження

Дослідженнями характеристик РВТ займалися ряд авторів [2 − 5]. На ВАТ «Вінницький завод тракторних агрегатів» розроблений та впроваджений стенд для статичних випробувань РВТ. Але на теперішній час цей стенд не задовольняє сучасні вимоги до випробувань РВТ. Для гарантованого визначення міцності РВТ необхідно піддавати їх випробуванню більшим тиском. Внаслідок внесення змін до конструкції стенда нова розробка дозволить застосувати вищий тиск.

Гідравлічна схема запропонованого стенда показана на рис. 1.

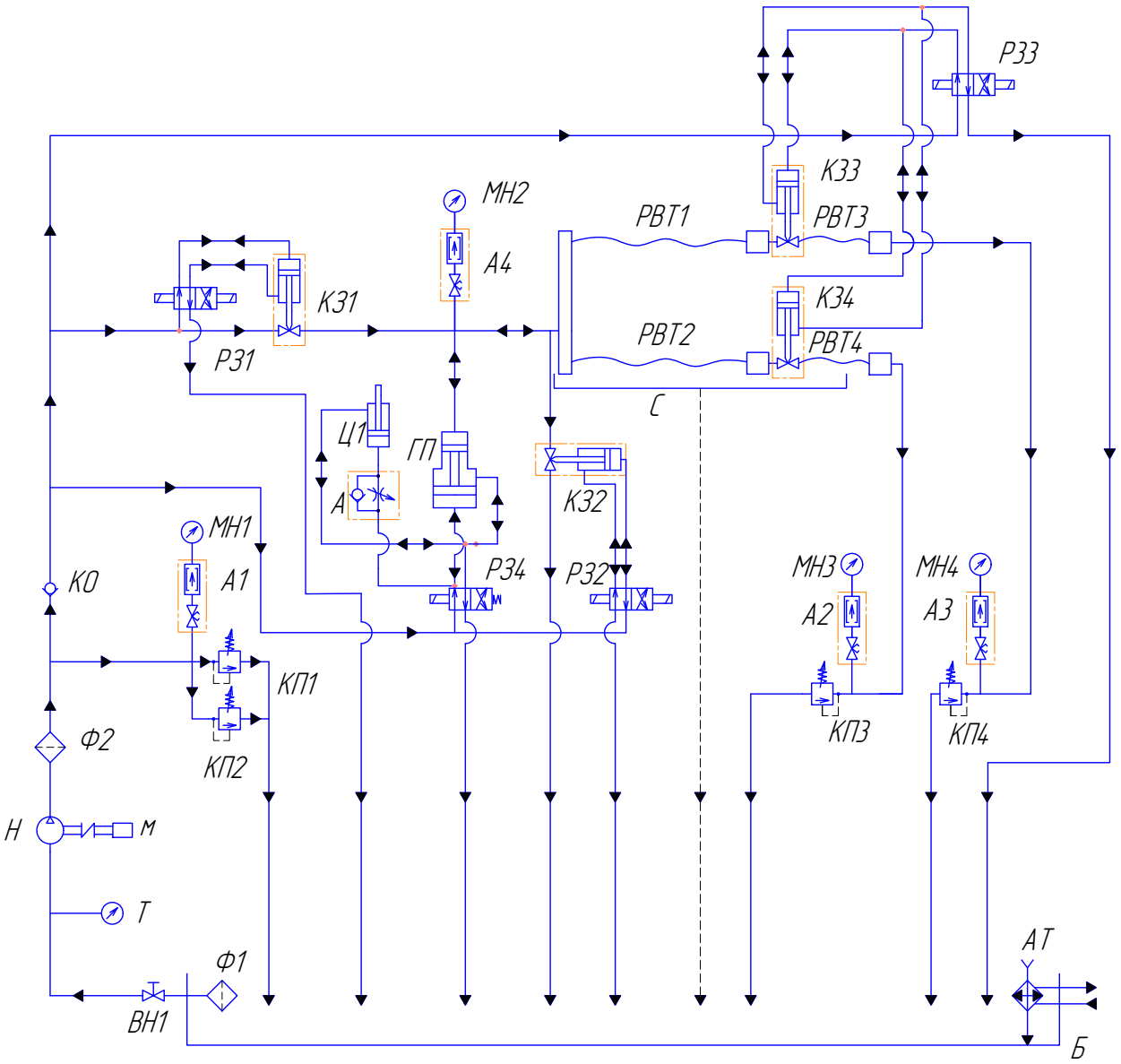


Рис. 2. Гідравлічна схема модернізованого стенда для статичних випробувань РВТ

Стенд складається зі станини С, на столі якої змонтовані кронштейни і корпус для кріплення випробовуваних РВТ, манометри з кранами, триступінчастий і зливний фільтри. На кронштейнах встановлені запірні клапани для видалення повітря з РВТ і фіксатори положення кронштейнів.

На станині змонтовані також гідростанція, мультиплікатор тиску ГП, бак Б, на кришці якого змонтовані зливні штуцери, а всередині є приймальний фільтр і змійовик охолодження; запобіжні клапани КП, дросель зі зворотним клапаном і термометр.

Стенд повинен розміщуватися в окремому приміщенні (боксі), що має глухі капітальні стіни до стелі, вікно з броньованого скла для спостереження за процесом випробування, металеві двері.

Пульт керування стендом повинен знаходитись зовні боксу навпроти вікна спостереження, через яке має бути видно покази манометрів і випробувані РВТ.

Захищена від масла шафа з електрообладнанням повинна бути розташована окремо від стенда.

Вхідні двері відчиняються назовні і фіксуються зсередини циліндром Ц1.

Тиск в гідросистемі створюється насосом Н. Масло в гідравлічну магістраль нагнітається через фільтр Ф2 і за допомогою гідророзподільника Р34 подається в мультиплікатор ГП, який підвищує тиск в системі у дев'ять разів. Цей тиск є випробувальним для рукавів РВТ1 і РВТ2. Якщо в системі створюється надлишковий тиск. то для запобігання її руйнування спрацьовують запобіжні клапани КП1 і КП2. Тиск в гідролінії нагнітання контролюється манометром МН2.

Стенд може працювати як в автоматичному, так і в налагоджувальному режимах.

Висновки

1. За рахунок модернізації гідравлічної схеми та конструкції стенда для статичних випробувань РВТ забезпечено підвищений тиск випробування, тиск в гідросистемі нагнітання робочої рідини.

2. Випробування виконуються в автоматичному режимі у закритому боксі, що створює безпечні умови праці робітників.

3. При виникненні аварійної ситуації під час випробувань РВТ передбачено автоматичне вимикання гідростанції і припинення роботи стенда.

4. Тиск випробування збільшено з 35 до 52,5 МПа, тиск нагнітання в гідросистемі – з 4 до 6,7 МПа, потужність з 2,5 до 3 кВт, максимальний тиск насоса НШ10Е-3 з 9,6 МПа до 11,5 МПа.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дусанюк С. В. Використання рукавних технічних виробів в гідросистемах сільськогосподарських машин / С. В. Дусанюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2005. – № 3(9). – С. 12–16.

2. Дослідження динамічних характеристик рукавів високого тиску / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, В. І. Савуляк, С. В. Дусанюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 1. – С. 71–73.

3. Савуляк В. І. Математичне моделювання та імітаційні дослідження статичних характеристик рукавів високого тиску / В. І. Савуляк, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк // Вибрации в технике и технологиях. – 1998. – № 1(5). – С. 44–47.

4. Експериментальні дослідження довговічності рукавів високого тиску / Ю. І. Муляр, В. О. Глушич, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк // Вибрации в технике и технологиях. – 2002. – № 2(23). – С. 34–38.

5. Дерібо О. В. Експериментальні дослідження статичних характеристик рукавів високого тиску / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2006. – № 4(11). – С. 102–105.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Гоменюк Максим Віталійович – студент групи 1ТМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Homenyuk Maksym V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 625.08 (03); 625.08 (075.8)

Ю.І. Муляр

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВІБРАЦІЙНОГО ВАЛЬЦЯ З ГІДРОПРИВОДОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконані аналітичні дослідження динаміки вібраційного вальця з врахуванням впливу гідроприводу на виникаючі резонансні частоти при варіації значень параметрів пристрою.

Ключові слова: вібраційний валець, розрахункова модель, математична модель, амплітудно – частотна характеристика, резонансна частота.

Abstract

Analytical studies of the vibrating roller are performed taking into account the effect of the hydraulic drive on the resonance frequencies with the variation of the device parameters.

Reywords: vibration shaft, calculation model, mathematical model, amplitude-frequency characteristic, resonant frequency.

Дослідження і створення конструкції ефективного і надійного вібраційного вальця, який відноситься до техніки, що використовується для ущільнення гравійних, щебеневих та асфальтобетонних сумішей, а також для ущільнення щебеневого шару під час ремонтних робіт гідротехнічних об`єктів, залізничних колій, аеродромів, стадіонів тощо, представляє значне народногосподарське значення.

За основу взяті попередні розрахунки параметрів конструкції вібраційного вальця з гідроприводом, які описані в роботі [1], і стосуються розгляду схеми механічної частини пристрою. Що представляє собою вібраційний валець – це гладкий валець у вигляді порожнистого барабану, всередині якого розташований підпружений рухомий тягар; тягар з`єднаний зі штоком гідроциліндру, який разом з підпруженою масою в свою чергу з`єднаний з підвіскою; підвіска і барабан встановлені на нерухомому порожнистому валу – барабан в опорах ковзання, а підвіска – нерухомо; крізь вал проходять гідромагістралі, які з`єднують гідроциліндр з гідроприводом; до складу гідроприводу входять насосна станція – насос постійної подачи, двопозиційний гідророзподілювач з електромагнітним керуванням і гідроакумулятор.

Щоб достатньо точно визначити попередні параметри конструкції необхідно розглянути її механічну та гідравлічну частини. Для її складання прийняті деякі припущення, метою яких є неврахування тих факторів, які не можуть суттєво вплинути на реальні процеси роботи агрегату і надають можливість значно знизити трудомісткість наступних розрахунків. Розрахункова модель має такий вигляд:

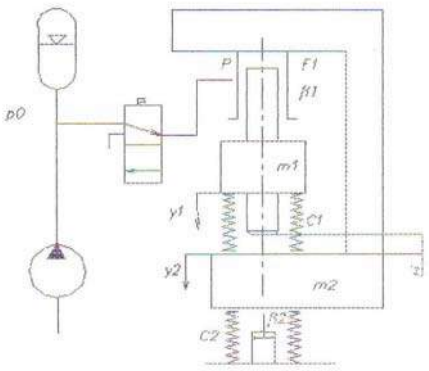


Рис. 1. Розрахункова модель

Математична модель має наступний вигляд:

$$m_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + \beta_1 \frac{d(y_1 - y_2)}{dt} + C_1(y_1 - y_2) = F_1 p + m_1$$

$$m_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} - \beta_1 \frac{d(y_1 - y_2)}{dt} - C_1(y_1 - y_2) + C_2 y_2 = -F_1 p + m_2 g$$

$$p = p_0 - F_1 K_a (y_1 - y_2) + Q_H K_a t$$

Виконавши відповідні перетворення і записавши рівняння в операторній формі, отримано вираз передавальної функції і відповідно вираз амплітудно-частотної характеристики.

Прийнявши m_1 = 100 кг; m_2 = 500 кг; $ß_1$ = 50 Н*с/м^2; C_1 = 1000 Н/м; C_2 = 500 Н/м, і змінюючи кожний з цих параметрів, досліджено по отриманим амплітудно-частотним характеристик вплив параметрів системи на значення резонансної частоти. Зроблені такі висновки:

- при збільшенні маси m_1 резонансна частота зменшується;
- при збільшенні маси m_2 резонансна частота також зменшується;
- при зміні коефіцієнта в`язкого тертя $ß_1$ частота практично не змінюється, отже він не має суттєвого впливу на роботу системи;
- із зростанням жорсткості C_1 зростає і резонансна частота;
- зміна жорсткості C_2 суттєво не впливає на робочий процес вібраційного вальця.

Таким чином, найбільший вплив мають маса тягара m_1 та приведена маса m_2, жорсткість елементів системи C_1. Якщо порівняти отримані результати з раніше виконаними розрахунками в роботі [1], можна побачити, що значення резонансної частоти зростають, якщо математична модель враховує гідропривод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Муляр Ю.І. Причепний вібраційний каток з гідроприводом/Ю.І Муляр, В.О. Глушич //Вісник Вінницького політехнічного інституту. -1999. - №6. – с.66 – 69.

Муляр Юрій Іванович, к. т. н., доцент, доцент, Вінницький національний технічний університет, кафедра технологій та автоматизації машинобудування, м.Вінниця, e-mail: yuri.muluar@gmail.com.

Mulyar Yuri Ivanovich, Canlidane of Science, Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of mechanical engineering and automation technology, Vinnytsia National Technical University, e-mail: yuri.muluar@gmail.com.

УДК 621

Л. Г. Козлов
О. В. Піонткевич
С. І. Котик

ОГЛЯД СХЕМ ТА КОНСТРУКЦІЙ ГАЛЬМІВНИХ КЛАПАНІВ ДЛЯ ГІДРОСИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Проведено огляд схем та конструкцій гальмівних клапанів за типом керування. Визначено напрямки розвитку конструкцій гальмівних клапанів для гідросистем фронтальних навантажувачів.
Ключові слова: гальмівний клапан, гідросистема, фронтальний навантажувач.

Abstract
The review of schemes and designs counterbalance valves by type of control are carried out. The directions of designs counterbalance valves for hydraulic system of front-end loader are determined
Keywords: counterbalance valve, hydraulic system, front-end loader.

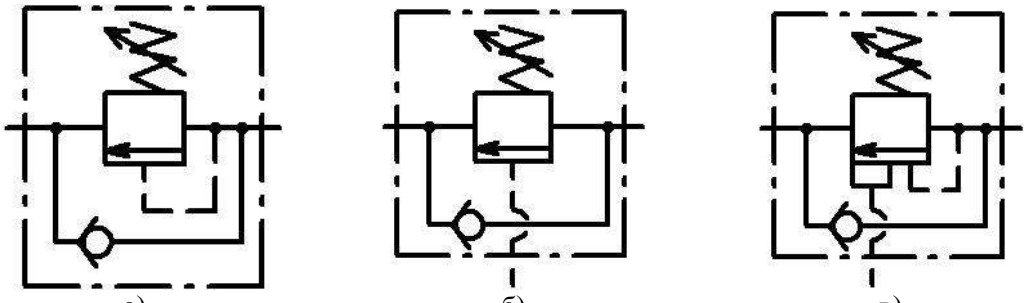
Вступ

В сучасних гідросистемах [1-4] все більше застосовують гальмівні клапани для керування швидкістю опускання вантажу. Вони є енергозберігаючі, не залежать від забруднень мінеральної оливи та мають високу швидкодію. Основна функція гальмівних клапанів – це перешкоджання кавітаційним процесам в робочих гідролініях забезпечуючи контрольоване опускання вантажу. Інші функції гальмівних клапанів притаманні певним конструкціям для конкретних умов застосування. До інших функціональних можливостей гальмівних клапанів відносять: фіксацію вантажу в певній позиції, забезпечення пропорційного керування швидкістю руху вантажу, запобігання падінню вантажу під час розгерметизації рукавів високого тиску або інших гідроапаратів, економію енергії за рахунок опускання вантажу під власною вагою та інше.

Метою роботи є ознайомитися з конструкціями гальмівних клапанів та визначити напрямки розвитку конструкцій гальмівних клапанів для гідросистем фронтальних навантажувачів.

Результати дослідження

Класифікують гальмівні клапани за типом керування: внутрішнім, зовнішнім та змішаним. Їх схеми показано на рис. 1.



а) б) в)

Рис. 1. Схеми гальмівних клапанів за типом керування: а) внутрішнє; б) зовнішнє; в) змішане.

Гальмівний клапан із внутрішнім керуванням (рис. 1, а) опускає вантаж за рахунок сил власної ваги. Тиск керування в паралельній робочій гідролінії є невеликим, що забезпечує роботу насоса не на повну потужність та дозволяє економити на цьому. В такому клапані потрібно проводити налаштування його пружини при кожній зміні навантаження. Схема та конструкція гальмівного

клапана з внутрішнім керування схожа на запобіжний клапан із паралельно встановленим зворотнім клапаном. Яскравим прикладом конструкції гальмівного клапана із внутрішнім керуванням є модель CBD фірми Kawasaki (Японія). Використовують такі клапани в гідросистемах кранів, які працюють з однотипним навантаженням. Для піднімання та опускання вантажі у різному діапазоні по масі використовують гальмівні клапани з зовнішнім керування.

В схемі гальмівного клапана з зовнішнім керуванням (див. рис. 1, б) для опускання вантажу використовують керування із паралельної, не навантаженої робочої гідролінії. Вони не залишають великі тиски в робочій гідролінії після розвантаження в порівнянні з гальмівними клапанами із внутрішнім керуванням. Налаштовування пружини гальмівного клапана проводиться одноразово. Але втрати енергії при опусканні трохи більші в порівнянні з попереднім типом керування. До переваг гальмівних клапанів із зовнішнім керуванням можна віднести можливість самогерметизації [5], що забезпечує мінімальне просідання навантаження при фіксацію в певній позиції.

Гальмівні клапани із зовнішнім керуванням використовуються в екскаваторах, маніпуляторах, навантажувачах та інших гідросистемах, які працюють з великим діапазоном вантажів по масі. Конструктивне виконання схеми таких гальмівних клапанів здійснено, наприклад: для моделі FD фірм Bosch Rexroth (Німеччина), Huade (Китай); для моделі ГКТ фірми PSM-HYDRAULICS (Росія); для моделей CPB/CPBD фірми EATON (США). Існує модернізація моделі FD з запобіжним клапаном для захисту від перевантаження. До недоліків гальмівних клапанів також можна віднести складність їх конструкції та використання великої кількості ущільнень (моделі фірми EATON).

Схемне виконання гальмівного клапана із змішаним керуванням (див. рис. 1, в) дозволяє використовувати внутрішнє та зовнішнє керування поєднавши їх позитивні сторони роботи. Внутрішнє керування забезпечує малі втрати тиску при опусканні максимального навантаження з відповідною швидкістю, а при недостатній масі вантажу підключається зовнішнє керування, яке забезпечує опускання з більшими затратами енергії. Налаштування пружини гальмівного клапана виконано на максимальний тиск, який потрібно для утримання максимального навантаження. Недоліком гальмівного клапана із змішаним керуванням є відсутність самогерметизації, а герметичність робочої гідролінії забезпечується настройкою пружини та якістю оброблених поверхонь.

Гальмівні клапани із змішаним керуванням широко використовуються в гідросистемах кранів, екскаваторів, маніпуляторів. Конструктивне виконання схеми гальмівного клапана із змішаним керуванням здійснено в конструкціях моделі VOSLP фірми OLEOSTAR (Італія), або моделі UZPHE фірми Ponar Wadowice (Польща), або моделей CE/CEE фірми EATON. В гідросистемах фронтальних навантажувачів, зазвичай, відбувається опускання розвантажених робочих органів, важливе місце має фіксація навантаження в певній позиції та мінімізація просідання його протягом тривалого часу [6], тому конструкція гальмівного клапана із змішаним керуванням не достатньо ефективна для них.

Висновки

Проведено огляд схем та конструкцій гальмівних клапанів за типом керування. Для роботи гідросистеми фронтального навантажувача за своїми функціональними можливостями підходить гальмівний клапан з зовнішнім керуванням. Він може забезпечити: утримання вантажу в певній позиції протягом тривалого часу, або герметичність на рівні 5-6 крапель на хвилину; контрольоване опускання вантажу; захист від перевантаження при встановленні запобіжного клапана. Одним із напрямків розвитку конструкції гальмівного клапана із зовнішнім керуванням слід відмітити покращення енергозбереження та забезпечення швидкодії гідросистеми на рівні t_p=0,2…0,4 с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпуляторів з адаптивними регуляторами на основі нейромереж для мобільних робочих машин [Текст] : дис. … д-ра техн. наук. : 05.02.02 – Машинознавство / Козлов Леонід Геннадійович. – Київ, 2015. – 421 с.

2. Піонткевич О. В. Вплив параметрів системи керування гідроприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики [Текст] / О. В. Піонткевич. // Вінниця : Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2(4). – С. 68-76.

3. Козлов Л. Г. Визначення параметрів гальмівного клапана мехатронного привода гідроманіпулятора [Текст] / Л. Г. Козлов, М. П. Коріненко, А. О. Антонюк. // Вісник Хмельницького національного університету . Технічні науки. – 2014. – № 2. – С. 30-37.

4. Бурєнніков Ю. А. Математичне моделювання системи управління гідроприводом з пропорційним керуванням [Текст] / Ю. А. Бурєнніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський, О. В. Петров, Д. О. Лозінський // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2007. – №3(109). Частина 1. – С. 20-26

5. Лозінський Д. О. Дослідження ступеня герметичності керованого зворотного клапана пропорційного електрогідравлічного розподільника [Електронний ресурс] / Д. О. Лозінський, В. Г. Пилявець. – Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 3. – С. 109 – 113. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2015_3_19

6. Козлов Л. Г. Вимоги до гідросистем фронтальних навантажувачів [Текст] / Л. Г. Козлов, О. В. Піонткевич, А. О. Іванов // Збірник тез доповідей І-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування», м. Вінниця, 22 грудня 2014 р. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 98–99.

Леонід Геннадійович Козлов — док. техн. наук, професор та завідувач кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Олег Володимирович Піонткевич — інженер кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua;

Сергій Іванович Котик — студент групи 1ІМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Leonid G. Kozlov — Doctor of Engineering, professor and Chair of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Oleh V. Piontkevych — engineer of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua;

Sergiy I. Kotyk — student group 1IM-15b Faculty of Machine building and Transport Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.22

Ю. А. Бурєнніков
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
Д. Г. Придиус
В. В. Грінченко

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ БЛОКА ДІЛИЛЬНОГО

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження доцільності, економічної ефективності відновлення поверхонь деталей вузла «Блок ділильний», як альтернативу виготовленню нових деталей. Виконано порівняння витрат на матеріали, технологічної собівартості операцій механічної обробки при виготовленні нових деталей та відновленні зношених поверхонь розглядуваних деталей, собівартості їх виготовлення та відновлення.

Ключові слова: блок ділильний, відновлення, технологічний процес, напилювання, наплавлення, собівартість.

Abstract

A study of feasibility, cost-effectiveness restore the surfaces of host «Block dividing» as an alternative to the production of new parts. Comparison of the cost of materials, cost of technology operations of machining in the manufacture of new parts and restoration of worn surfaces under consideration of parts, cost of production and recovery.

Keywords: block dividing, repair, technological process, spraying, fusing, cost price.

Вступ

В процесі роботи окремі складові машин зношуються, руйнуються, виходять із ладу. Найбільш поширеною причиною втрати працездатності машин є зношення деталей внаслідок дії сил тертя, зношування, старіння, пластичного деформування, корозій і т. п. Відновлення зношених деталей машин може бути альтернативою заміні їх новими.

Економічний аналіз ефективності відновлення деталей проводять по технологічній собівартості, так як і при виготовленні нових деталей.

Метою дослідження є порівняльний аналіз доцільності виготовлення нових та відновлення зношених деталей.

Задачі, що вирішуються при виготовленні деталей: визначення собівартості виготовлення заготовок, проектування технологічних процесів (ТП) механічної обробки та проведення всіх необхідних розрахунків згідно спроектованих ТП, встановлення технологічної собівартості виконання операцій механічної обробки, розрахунок собівартості виготовлення деталей.

Задачі, що вирішуються при відновленні деталей: дефектування, вибір способів відновлення зношених поверхонь, проектування ТП, відновлення та проведення всіх необхідних розрахунків згідно спроектованих ТП, розрахунок витрат матеріалів на відновлення та їх вартості, визначення технологічної собівартості виконання операцій відновлення, розрахунок собівартості відновлення деталей.

Результати дослідження

Дослідження проводилися для деталей, що входять в конструкцію блока ділильного.

Деталі на поверхнях яких виникає найбільш інтенсивне зношування – це «Корпус блока ділильного» та два вали, на яких встановлюються підшипники, шестерня, деталь, що визначає кутове положення (фіксатор положення).

Деталь «Корпус блока ділильного» виготовляється із матеріалу СЧ15 ГОСТ 1412-85, її маса 6,455 кг, виробництво серійне.

При виготовленні нової деталі «Корпус блока ділильного» проведено дослідження по вибору оптимального варіанту виготовлення заготовки [1, 2], розраховано її розміри, масу, собівартість виготовлення.

Спроектовано технологічний процес механічної обробки, вибрані режими різання [3, 5], визначено трудомісткість виконання операцій [4, 6, 7], технологічну собівартість механічної обробки (по операціях) [6, 7], сумарну технологічну собівартість виготовлення деталі.

Виконано дефектування поверхонь деталі «Корпус блока ділильного». Встановлено, що найбільш зношуваними є поверхні двох отворів під встановлення валів із підшипниками і площина основи. Вибрано методи відновлення вказаних поверхонь – напилювання поверхонь отворів та наплавлювання площини основи.

Розроблено технологічний процес відновлення поверхонь деталі, вибрані режими відновлення [9-11], визначені трудомісткість [4, 6 7, 10, 11], сумарна технологічна собівартість виконання операцій відновлення [6, 7, 11], витрати на матеріал, що використовується для відновлення, собівартість відновлення поверхонь деталі «Корпус блока ділильного».

Витрати на виконання контрольних операцій в технологічному процесі механічної обробки та відновлення можна вважати однаковими і не враховувати їх у порівняльному аналізі.

Результати порівняльного аналізу приведені на рис. 1-2.

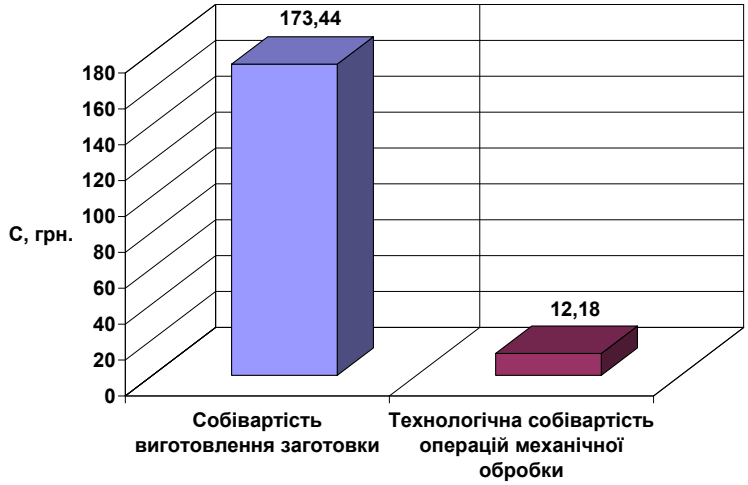


Рис. 1. Складові собівартості виготовлення деталі «Корпус блока ділильного»

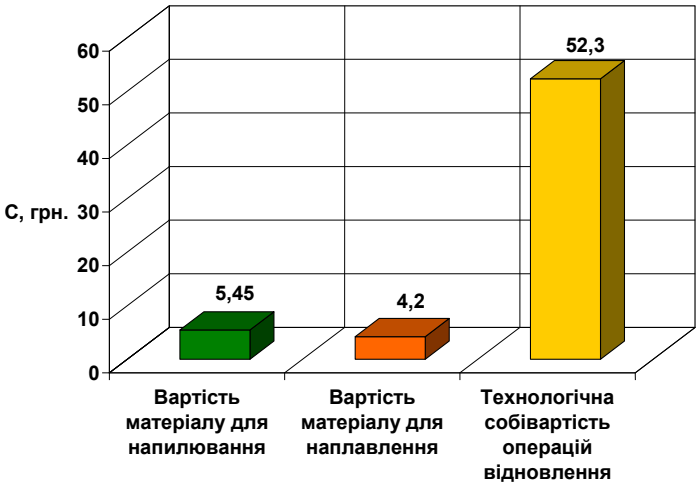


Рис. 2. Складові собівартості відновлення поверхонь деталі «Корпус блока ділильного»

Аналогічно проведено аналіз складових виготовлення та відновлення двох деталей «Вал блока ділильного» [15].

Матеріал деталі – сталь 45 ГОСТ 1050-88, маса – 0,4 кг. При виготовленні нової деталі метод виготовлення заготовки – прокатування [12-14]. Розраховано розміри, масу, собівартість виготовлення заготовки.

Спроектовано технологічний процес механічної обробки, визначено режими різання [3, 5], встановлено трудомісткість операцій механічної обробки [4, 6, 7], розраховано технологічну та сумарну собівартість їх виконання [6, 7], собівартість виготовлення деталі «Вал блока ділильного».

Проведено дефектування деталі і встановлено, що найбільш зношуваними поверхнями є дві діаметральні поверхні під посадку підшипників, два шпонкових пази – під посадку зубчастого колеса та фіксатора кутового положення.

Методами відновлення діаметральних поверхонь вибрано напилювання, шпонкових пазів – насталювання [8-11, 15].

Запропонований технологічний процес відновлення поверхонь деталі «Вал блока ділильного» включає десять операцій.

Вибрано режими відновлення поверхонь [8-11] та визначено трудомісткість виконання операцій [4, 6, 7, 10, 11], технологічну та сумарну собівартість відновлення поверхонь деталі [6, 7, 11].

Проведено розрахунок витрат матеріалу для напилювання та насталювання, встановлено собівартість відновлення зношених поверхонь деталі «Вал блока ділильного».

Витрати на виконання контрольних операцій є практично однаковими за значеннями і не включені в порівняльний аналіз.

Результати порівняльного аналізу приведені на рис. 3-4.

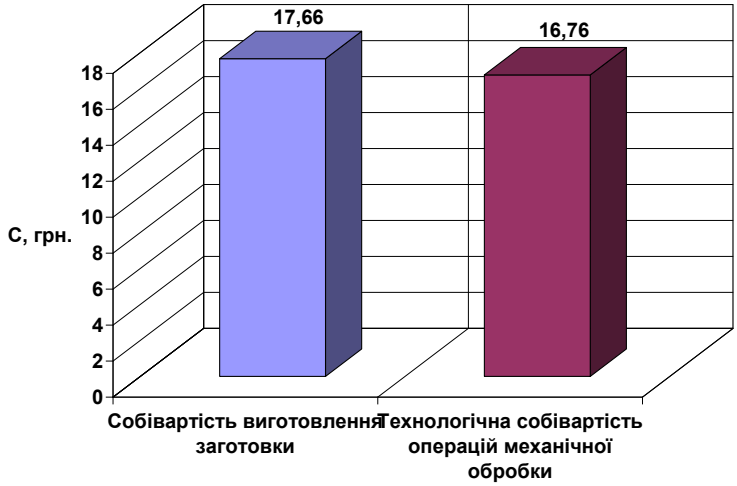


Рис. 3. Складові собівартості виготовлення деталі «Вал блока ділильного»

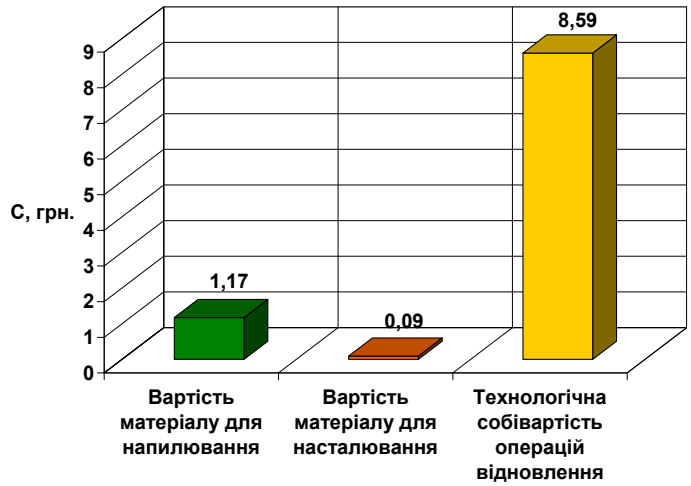


Рис. 4. Складові собівартості відновлення поверхонь деталі «Вал блока ділильного»

Проведені розрахунки дозволяють визначити сумарні витрати на виготовлення деталей «Корпус блока ділильного», «Вал блока ділильного» (2 шт.) – $C_{виг.дет}$ = 254,46 грн. та відновлення зношених поверхонь даних деталей – $C_{відн.дет}$ = 81,65 грн.

Економічний ефект одержаний при відновленні зношуваних поверхонь вказаних деталей для одного вузла «Блок ділильний» складає 172,81 грн.

Висновки

1. Собівартість виготовлення нових деталей в 3,12 рази більша ніж відновлення зношених поверхонь.
2. Застосування відновлення зношених поверхонь деталей дозволяє скоротити витрати на матеріал з 208,76 грн. до 12,17 грн., тобто в 17,15 рази. Саме ця складова є найбільшою в собівартості виготовлення нових деталей.
3. Найбільша трудомісткість та технологічна собівартість виконання операцій відновлення – це нанесення покриття (напилювання, наплавлення, насталювання), необхідно працювати над їх автоматизацією та скороченням трудомісткості.
4. Економічний ефект, отриманий при заміні виготовлення деталей на їх відновлення для одного вузла «Блок ділильний» складає 172,81 грн.
5. Збільшення програми відновлюваних деталей та вузлів дозволяє підвищити економічну ефективність процесу.
6. Застосування технологічних процесів відновлення зношених поверхонь деталей дозволяє значно заощадити кошти підприємства та матеріали.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. – [Чинний від 1987-07-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 53 с.
2. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2. / Ю. А. Абрамов, В. Н. Андреев, Б. И. Горбунов [и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 1985. – 496 с.
4. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть I. Нормативы времени. – М. : Экономика, 1990. – 206 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – М. : Экономика, 1990. – 473 с.
6. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
7. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – М. : ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
8. Шиліна О. П. Газотермічні методи нанесення покрить : навчальний посібник / О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 103 с.
9. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. Учебник для вузов / В. Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л. К. Дружинин [и др.] – М. : Металлургия, 1987. – 792 с.
10. Молодык Н. В. Восстановление деталей машин. Справочник / Н. В. Молодык, А. С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
11. Савуляк В. І. Відновлення деталей машин : навчальний посібник. Ч. 1 / В. І. Савуляк, В. Т. Івацько. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 93 с.
12. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и размерные напуски : ГОСТ 7505-89. – [Чинний від 1990-07-06]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 86 с.
13. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент : ГОСТ 2590-2006. – [Чинний від 2010-02-05]. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 10 с.

14. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Гаряче об'ємне штампування : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, І. О. Сивак, С. В. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 106 с.

15. Порівняльний аналіз собівартості виготовлення та відновлення деталей типу «Вал» / В. І. Савуляк, Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, О. О. Краковська // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки». – 2015. – № 1(89). – С. 26–30.

Бурєнніков Юрій Анатолійович – канд. техн. наук, професор, директор Інституту машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Придиус Дмитро Григорович – студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Грінченко Вадим Володимирович – студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Buriennikov Yuriy A. – Cand. Sc. (Eng), Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Prydyus Dmytro H. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Hrinchenko Vadym V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.22

І. О. Сивак
С. В. Репінський
А. О. Веклюк

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ТОКАРНОГО РІЗЦЯ НА ЙОГО СТІЙКІСТЬ ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено повний трифакторний експеримент і побудовано математичну модель залежності стійкості токарного різця від його геометрії, а саме від переднього кута, заднього кута та головного кута в плані при чорновому розточуванні заготовки з високолегованої сталі на заданих режимах. Адекватність визначеної залежності для розглядуваного діапазону рівнів факторів підтверджена за критерієм Фішера.

Ключові слова: механічна обробка, геометрія токарного різця, стійкість різця, планування експерименту, повний факторний експеримент, критерій Фішера.

Abstract

A complete three-factorial experiment and a mathematical model of dependence of the stability of the turning tool on its geometry, namely, from the front angle, back angle and the entering angle for rough boring bars of high-alloy steel to specified conditions. The adequacy of a certain relationship for the considered range of factor levels is confirmed by the Fisher test.

Keywords: machining, lathe tool geometry, tool durability, design of experiments, the full factorial experiment, Fisher test.

Вступ

До основних ріжучих інструментів, які використовуються при токарній обробці, відноситься різець, геометричні параметри якого визначають його технічні можливості, точність і ефективність обробки. Правильний вибір кутів різця збільшує як тривалість експлуатації інструменту, так і продуктивність обробки [1]. Дослідити вплив геометрії різця на його стійкість можна за допомогою методу математичного планування експерименту. Цей метод дозволяє скоротити кількість дослідів, отримати кількісні оцінки впливу окремих факторів і їх взаємодії на параметр, який досліджується, встановити оптимальні значення параметрів процесу або оптимальні значення параметрів інструменту [2–3].

Метою дослідження є встановлення впливу переднього кута γ, заднього кута α та головного кута в плані φ на стійкість T токарного різця при обробці високолегованої сталі на заданих режимах за допомогою математичного планування екперименту.

Планування експерименту і побудова математичної моделі у разі повного факторного експерименту включає вирішення таких завдань: вибір локальної області і меж визначення факторів; завдання нульового рівня в багатовимірному факторному просторі; вибір інтервалів варіювання факторів; проведення експерименту; побудова математичної моделі, що виражає залежність вихідного параметра від вхідних факторів.

Результати дослідження

Експеримент проводився при чорновому розточуванні заготовки з високолегованої сталі на заданих режимах. Для реалізації повного трифакторного експерименту фактори γ, α, φ відповідно позначено через x_1, x_2, x_3. На основі апріорної інформації вибрано основні рівні та інтервали варіювання факторів (табл. 1).

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Рівні факторів	Кодове позначення	передній кут γ, град	задній кут α, град	головний кут в плані φ, град
		x_1	x_2	x_3
Основний	0	–5	12	35
Інтервал варіювання	не позначається	2	2	10
Верхній	+1	–3	14	45
Нижній	–1	–7	10	25

Для зручності запису умов досліду і обробки експериментальних даних виконано кодування факторів, тобто переведено натуральні значення рівнів факторів в кодові безрозмірні величини за формулою $x_i = (x_i - x_{i0})/\Delta x_i$, де x_i – кодове значення i-го фактора; x_i – натуральне значення i-го фактора; x_{i0} – початковий (основний) рівень фактора; Δx_i – інтервал варіювання i-го фактора.

Прийняту в якості параметра оптимізації стійкість T різця позначено через y. Для оцінки впливу вибраних факторів на параметр оптимізації і математичного опису розглядуваного процесу доцільно використовувати лінійну модель

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3. \quad (1)$$

Отримана матриця планування і результати досліджень показано в таблиці 2.

Таблиця 2 – Матриця планування і результати дослідження

Номер досліду	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	y, хв.
1	+1	–	–	–	+	+	+	–	38,9
2	+1	+	–	–	–	–	+	+	23,2
3	+1	–	+	–	–	+	–	+	36,8
4	+1	+	+	–	+	–	–	–	43,3
5	+1	–	–	+	+	–	–	+	35,1
6	+1	+	–	+	–	+	–	–	19,4
7	+1	–	+	+	–	–	+	–	31,6
8	+1	+	+	+	+	+	+	+	39,4

Значення коефіцієнтів математичної моделі знайдено за формулою

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_{ij} y_j}{n}, \quad (2)$$

де x_{ij} – кодові значення факторів (±1) i-го фактору в j-му досліді; y_j – значення параметру оптимізації в j-му досліді; n – число дослідів в матриці планування.

Так вільний член b_0 розраховано за формулою

$$b_0 = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_{ij} y_j}{8} = (38{,}9 + 23{,}2 + 36{,}8 + 43{,}3 + 35{,}1 + 19{,}4 + 31{,}6 + 39{,}4)/8 = 33{,}463.$$

Аналогічно визначено інші коефіцієнти та отримано наступні їх значення:

$b_1 = –2{,}138$; $b_2 = 4{,}313$; $b_3 = –2{,}088$; $b_{12} = 5{,}713$; $b_{13} = 0{,}163$; $b_{23} = –0{,}188$; $b_{123} = 0{,}163$.

Дисперсію S_y^2 відтворюваності експерименту за результатами чотирьох дослідів в центрі плану визначено за відомими формулами [3].

Після перевірки статистичної значущості коефіцієнтів, виконаної за критерієм Стьюдента [3], і нехтування статистично незначущими коефіцієнтами, рівняння (1) можна записати у вигляді

$$\hat{y} = 33{,}463 - 2{,}138x_1 + 4{,}313x_2 - 2{,}088x_3 + 5{,}713x_1x_2 . \quad (3)$$

Перевірку гіпотези адекватності математичної моделі виконано по F -критерію Фішера. Для цього знайдено розрахункове значення критерію $F_{роз}$. Так як $F_{роз} < F_{табл.}$, то модель, представлена рівнянням (3), адекватна.

Висновки

1. Проведено повний трифакторний експеримент і побудовано математичну модель залежності стійкості токарного різця T від таких параметрів, як передній кут γ, задній кут α та головний кут в плані φ різця.

2. Отримана математична модель підтверджує значущість впливу вибраних факторів γ (x_1), α (x_2) і φ (x_3), а також ефекту взаємодії γ і α (x_1x_2).

3. Виявлено, що найбільший вплив на стійкість T різця здійснює задній кут α, при чому зі збільшенням величини заднього кута α стійкість різця збільшується, оскільки коефіцієнт b_2 вийшов додатнім.

При збільшенні величини переднього кута γ і головного кута в плані φ стійкість різця зменшується (коефіцієнти b_1 і b_3 – від'ємні), але вплив цих факторів менш значний, ніж вплив заднього кута α, оскільки $b_3 < b_1 < b_2$.

4. Адекватність визначеної залежності для розглядуваного діапазону рівнів факторів підтверджена за критерієм Фішера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология конструкционных материалов / А. М. Дальский, И. А. Артюнова, Т. М. Барсуков [и др.] – М. : Машиностроение, 1977. – 664 с.

2. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 280 с.

3. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.

Сивак Іван Онуфрійович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sivak_i_o@mail.ru;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Веклюк Антон Олександрович – студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Sivak Ivan O. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sivak_i_o@mail.ru;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Veklyuk Anton O. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.22

Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
О. В. Паславська
А. В. Курилець
М. І. Устич

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено повний трифакторниий експеримент для побудови математичної моделі залежності переміщення шпинделя верстата при точінні зовнішньої діаметральної поверхні вала від таких параметрів, як подача, глибина різання і головний кут різця в плані. Адекватність визначеної залежності для розглядуваного діапазону рівнів факторів підтверджена за критерієм Фішера.

Ключові слова: механічна обробка, точіння, планування експерименту, повний факторний експеримент, критерій Фішера.

Abstract

A complete three-factorial experiments to construct a mathematical model based motion spindle for turning the outer diametric surface of the shaft of the parameters such as feed, depth of cut and cutter main angle in the plan. The adequacy of a certain relationship for the considered range of factor levels is confirmed by the Fisher test.

Keywords: machining, turning, design of experiments, the full factorial experiment, Fisher test.

Вступ

При виконанні механічної обробки поверхонь деталей необхідно забезпечити необхідну конфігурацію, розміри, точність, шорсткість поверхонь, вимоги до їх відносного розташування та форми згідно робочого креслення. На вказані параметри впливають досить різноманітні фактори [1–2]. Для дослідження точності їх виконання використовуються як теоретичні, так і експериментальні методи. При використанні експериментальних досліджень з метою підвищення ефективності, мінімізації загальної кількості проведених дослідів використовується планування експерименту.

Характерними особливостями процесу планування експерименту є: мінімізація загального числа дослідів; одночасне варіювання всіх досліджуваних факторів за спеціальними правилами – алгоритмами; використання математичного апарату, який формалізує багато дій експериментатора; вибір чіткої стратегії, яка дозволяє приймати обґрунтовані рішення після кожної серії дослідів [3–4].

Мета роботи – дослідження впливу факторів процесу різання на величину переміщення шпинделя верстата та точність обробки діаметрального розміру під впливом сил різання за допомогою математичного планування експерименту.

Для досягнення поставленої мети розв’язувалися такі задачі:

- встановлення граничних значень та нульового рівня факторів;
- вибір матриці планування експерименту;
- проведення експериментальних дослідів;
- розрахунок коефіцієнтів та побудова математичної моделі;
- статистичний аналіз математичної моделі.

Результати дослідження

Розглядається деталь «Вал», зовнішня діаметральна поверхня якої обробляється точінням на токарному верстаті (рис. 1). Аналізується вплив наступних факторів: величини подачі S, глибини різання t і головного кута різця в плані φ на точність обробки діаметральної поверхні d. Всі вибрані

фактори відповідають наступним обов'язковим вимогам: керованості, незалежності і сумісності по відношенню один до одного.

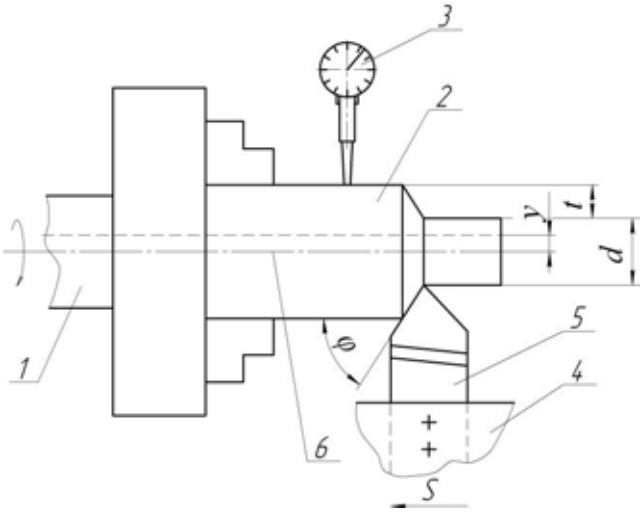


Рис. 1. Ескіз обробки: 1 – шпиндель; 2 – вал; 3 – індикатор; 4 – супорт; 5 – різець; 6 – вісь шпинделя

Вибрані фактори S, t, φ відповідно позначено через x_1, x_2, x_3. Перед початком експериментальних дослідів вибрано основні рівні та інтервали варіювання факторів, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Кодові значення рівнів факторів

Рівні факторів	Кодове позначення	S, мм/об	t, мм	φ, град
		x_1	x_2	x_3
Основний	0	0,5	2	60
Інтервал варіювання	не позначається	0,25	1,5	15
Верхній	+1	0,75	3,5	75
Нижній	–1	0,25	0,5	45

Зв'язок між кодованим та дійсним значенням фактора задається виразом

$$x_i = (x_i - x_{i0}) / \Delta x_i , \tag{1}$$

де x_i – кодове значення i-го фактора; x_i – натуральне значення i-го фактора; x_{i0} – початковий (основний) рівень фактора; Δx_i – інтервал варіювання i-го фактора.

Для оцінки впливу обраних факторів на параметр оптимізації і математичного опису розглядуваного процесу в якості моделі використано поліном першого ступеня

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots + b_k x_k + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + \ldots b_{12} \ldots k x_1 x_3 \ldots x_k . \tag{2}$$

Поліном лінійний відносно невідомих коефіцієнтів, що спрощує обробку експериментальних даних. Для трьох факторів математична модель має вигляд

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3 . \tag{3}$$

Для проведення експерименту прийнято матрицю планування, в якій рядки відповідають різним незалежним дослідам, а стовпці – рівням факторів.

Матриця планування повного трифакторного експерименту наведена в табл. 2.

Таблиця 2 – Матриця планування експерименту

Номер досліду	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$
1	+1	–	–	–	+	+	+	–
2	+1	+	–	–	–	–	+	+
3	+1	–	+	–	–	+	–	+
4	+1	+	+	–	+	–	–	–
5	+1	–	–	+	+	–	–	+
6	+1	+	–	+	–	+	–	–
7	+1	–	+	+	–	–	+	–
8	+1	+	+	+	+	+	+	+

При виконанні плану експерименту з метою підвищення точності заміру величини переміщення шпинделя (параметра оптимізації) проведено 3 паралельних досліди при незмінних режимах. Результати дослідів показано в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати дослідів

Номер досліду	Величина зміщення осі шпинделя, мкм				$y_1-\bar{y}$	$y_2-\bar{y}$	$y_3-\bar{y}$	$(y_1-\bar{y})^2$	$(y_2-\bar{y})^2$	$(y_3-\bar{y})^2$	S_j^2
	y_1	y_2	y_3	$\bar{y}$							
1	56	61	58	58,3	–2,3	+2,7	–0,3	5,29	7,29	0,09	6,34
2	52	56	58	55,3	–3,3	+0,7	+2,7	10,89	0,49	7,29	9,34
3	90	86	81	85,7	+4,3	+0,3	–4,7	18,49	0,09	22,09	20,34
4	130	125	119	124,7	+5,3	+0,3	–5,7	28,09	0,09	32,49	30,34
5	45	56	49	50,0	–5,0	+6,0	–1,0	25,0	36,0	1,0	31,0
6	61	56	53	56,7	+4,3	–0,7	–3,7	18,49	0,49	13,69	16,34
7	61	49	56	55,3	+5,7	–6,3	+0,7	32,49	39,69	0,49	36,34
8	116	105	100	107,0	+9,0	–2,0	–7,0	81,0	4,0	49,0	67,0
∑				593,0							217,04

За результатами дослідів за відомими формулами [4] розраховано дисперсію паралельних дослідів S_j^2, дисперсію відтворюваності $S^2(y)$ та коефіцієнти математичної моделі (3).

Після розрахунку всіх коефіцієнтів і їх підстановки в рівняння (3) отримано

$$\hat{y} = 74{,}1 + 11{,}8x_1 + 19{,}1x_2 - 6{,}9x_3 + 10{,}9x_1x_2 + 2{,}8x_1x_3 - 5{,}2x_2x_3 + 0{,}4x_1x_2x_3 . \quad (4)$$

Перевірку статистичної значущості коефіцієнтів виконано за критерієм Стьюдента [4]. Нехтуючи статистично незначущим коефіцієнтом, рівняння (4) набуло вигляду

$$\hat{y} = 74{,}1 + 11{,}8x_1 + 19{,}1x_2 - 6{,}9x_3 + 10{,}9x_1x_2 + 2{,}8x_1x_3 - 5{,}2x_2x_3 , \quad (5)$$

або у розгорнутому вигляді з використанням натуральних значень факторів

$$\hat{y} = 74{,}1 + 11{,}8\frac{S-0{,}5}{0{,}25} + 19{,}1\frac{t-2}{1{,}5} - 6{,}9\frac{\varphi-60}{15} + 10{,}9\left(\frac{S-0{,}5}{0{,}25}\right)\left(\frac{t-2}{1{,}5}\right) +$$
$$+ 2{,}8\left(\frac{S-0{,}5}{0{,}25}\right)\left(\frac{\varphi-60}{15}\right) - 5{,}2\left(\frac{t-2}{1{,}5}\right)\left(\frac{\varphi-60}{15}\right). \quad (6)$$

Адекватність отриманого рівняння перевірено за критерієм Фішера [4].

Висновки

1. Проведено повний трифакторний експеримент і побудовано математичну модель залежності переміщення шпинделя верстата (точності обробки зовнішнього діаметрального розміру вала d) від таких параметрів, як подача S, глибина різання t і головний кут різця в плані φ.

2. Отримана математична модель підтверджує значущість впливу вибраних факторів S (x_1), t (x_2) і φ (x_3), а також ефектів взаємодії S і t (x_1x_2), S і φ (x_1x_3), а також t і φ (x_2x_3).

3. Виявлено, що зі збільшенням подачі S і глибини різання t переміщення шпинделя верстата зростає, оскільки коефіцієнти b_1 і b_2 вийшли додатними, відповідно, точність обробки вала знижується. При цьому більший вплив в діапазоні вибраних рівнів варіювання факторів має глибина різання t ($b_2 > b_1$).

При збільшенні головного кута різця в плані φ зміщення шпинделя зменшується (коефіцієнт b_3 – від'ємний), але вплив цього фактора менш значний, ніж вплив подачі S і глибини різання t, оскільки $b_3 < b_1 < b_2$.

4. Адекватність визначеної залежності для розглядуваного діапазону рівнів факторів підтверджена за критерієм Фішера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дерібо О. В. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин. Частина 1 : практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 114 с.

2. Дерібо О. В. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин : лабораторний практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, О. М. Мироненко [та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 118 с.

3. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 280 с.

4. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Паславська Оксана Віталіївна – старший лаборант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: o.v.paslavska@gmail.com;

Курилець Андрій Васильович – студент групи 1ТМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Устич Михайло Іванович – студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Paslavska Oksana V. – Senior Laboratory of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: o.v.paslavska@gmail.com;

Kurylets Andrii V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Ustych Mykhailo I. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.22

І. С. Михайловський [1]
А. О. Наконечна [1]
Д. О. Лозінський[1]

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПОРЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РОЗПОДІЛЬНИКА З НЕЗАЛЕЖНИМ КЕРУВАННЯМ ПОТОКІВ

[1] Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано використання пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків для покращення керованості робочим органом та зменшення енергетичних витрат приводу.

Ключові слова: електрогідравлічний розподільник, незалежне керування, мінімізація енергетичних витрат.

Abstract

It was offered to use of electro-hydraulic directional control valve with independent flow control for improve controllability of the working body and reduce energy consumption of drive.

Keywords: electro-hydraulic directional control valve, independent flow control, reduce energy consumption.

Вступ

Гідропривід є невід'ємною ланкою машин та механізмів в різних галузях промисловості. В багатьох випадках його робота визначає якість роботи усього механізму, саме тому до складових гідроприводу висуваються підвищені вимоги щодо точності виконання робочих операцій, контрольованості робочих процесів тощо. Однією з основних тенденцій розвитку сучасної техніки та технологій є, також, зменшення непродуктивних витрат енергії та підвищення показників енергоефективності [1].

Метою роботи є розроблення гідроприводу з пропорційним електрогідравлічним керуванням зі зменшеними енергетичними витратами.

Результати дослідження

В роботі представлено гідропривод з пропорційним електрогідравлічним розподільником з незалежним керуванням потоків та гідроакумулятором. Розподільник містить регулюючі елементи золотникового типу за запірні елементи клапанного типу, а також переливний клапан з LS- регулюванням [2].

Використання в гідроприводах пропорційної електрогідравлічної розподільної апаратури з незалежним керування потоків дозволяє значно покращити керованість, підвищити точність позиціонування робочого органу. Наявність незалежного керування дозволяє виконувати деякі операції за рахунок накопичувального енергетичного запасу об'єкту маніпулювання (наприклад, накопиченої потенціальної енергії вантажу під час його опускання) [3].

Наявність електрогідравлічного керування дозволяє виконувати дистанційне, або ж програмне керування розподільними елементами приводу, та виконувати корегування робочого процесу в активному режимі , що значно підвищує якість та надійність роботи усього приводу.

Висновки

Запропоновано використання пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків в поєднанні з гідроакумулятором для покращення енергоощадних характеристик приводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлов Л.Г. Особливості конструкцій гідророзподільників для гідросистем чутливих до навантаження / Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський, В.А. Ковальчук, Ю.В. Дзісь // Промислова гідравліка і пневматика. – 2009. – №1. – С. 80–84.

2. Пат. 41887 України, МПК[8] F15B 11/00 Гідропривід з пропорційним електрогідравлічним управлінням / Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський; Заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет.– №u200900907; заявл. 06.02.2009.; опубл. 10.06.2009, Бюл. №11.

3. Лозінський Д.О. Дослідження пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків / Д. О. Лозінський, Л. Г. Козлов // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012. – № 3(37). – С. 60–65.

Михайловський Ігор Сергійович — студент групи 1ПМ-16сп, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: igor_mihaylovskiy@ukr.net

Наконечна Анна Олегівна — студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: anya_nakonechna@gmail.com

Науковий керівник: ***Лозінський Дмитро Олександрович*** — к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Mykhailovskyi Ihor S. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : igor_mihaylovskiy@ukr.net

Nakonechna Anna O. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : anya_nakonechna@gmail.com

Supervisor: Lozinskyi Dmytro O. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Machine-building technologies and Automation Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.01

А. М. Білінський [1]
П. І. Мазур [1]
Д. О. Лозінський, к.т.н.[1]

ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAE-СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ МАШИН

[1] Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано використати комплекс CAD/CAE-систем для проведення оптимізаційних досліджень конструкції деталей на основі методу скінченних елементів, що дозволяє перевіряти міцність конструкції на етапі проектування та забезпечує знаходження раціональної конструкції виробу з точки зору мінімізації ваги без втрати заданої міцності.

Ключові слова: CAD/CAE-системи, метод скінченних елементів, конструкція деталі.

Abstract

It was offered to use complex CAD / CAE-systems for optimizing research design of parts based on the finite element method, which allows checking the strength of the construction during design phase and provides the rational design of the product in terms of minimizing weight without losing the desired strength.

Keywords: CAD / CAE-system, finite element method, the design details.

Вступ

Сьогодні сучасне проектування вже неможливе без використання спеціалізованого програмного забезпечення і швидкі темпи розвитку виробництва вимагають мінімізації часових витрат на проектування, дослідження та розробку виробу. Використання комплексу CAD/CAE-систем дозволяє виконувати проектування 2D та 3D – моделей виробів, проводити імітаційні дослідження та раціоналізувати конструкції на етапі проектування [1].

Метою роботи є проведення оптимізації конструкції деталі для забезпечення мінімізації ваги без втрати заданої міцності.

Результати дослідження

Деталь «Колінчастий вал» є невід'ємною частиною двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) та інших механізмів перетворення зворотньо-поступального руху в обертальний. Від його міцності та надійності роботи може залежати робото усього вузла. Розглядувана деталь є частино ДВЗ для літальних апаратів і тому маса виробу є критичних показником.

Для проведення досліджень була створення тривимірна модель виробу (рис. 1) та на основі метода скінченних елементів проведені дослідження на міцність.

Рис. 1. 3D – моделей деталі «Колінчастий вал»

Висновки

За допомогою комплексу CAD/CAE-систем проведено оптимізацію конструкції деталі та визначено мінімально можливу вагу виробу, що забезпечує виконання службового призначення та сприймає відповідні навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks 2006-2007. Инженерный анализ методом конечных элементов/ А.А. Алямовский. — М.: ДМК, 2007. — 784 с.

Білінський Андрій Миколайович — студент групи 1ІМ-14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andriybilinskiy1997@gmail.com

Мазур Павло Ігорович — студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:

Науковий керівник: ***Лозінський Дмитро Олександрович*** — к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Bilinskyi Andrii M. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email :

Mazur Pavlo I. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : anya_nakonechna@gmail.com

Supervisor: Lozinskyi Dmytro O. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Machine-building technologies and Automation Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.73.011

Печінський О.В.
Урбанський В.О.
Сердюк О.В.
Сивак І.О.

СПОСОБИ ПОВЕРХНЕВОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто види поверхневої пластичної деформації. Проаналізовано вплив технологічних та конструкторських факторів на результати обкочування деталі роликом.
Ключові слова: поверхнева пластична деформація, ролик, обкочування, поверхневий шар металу

Abstract
Considered types of surface plastic deformation. The influence of technological and designer-governmental factors on the results roller obkochuvannya details.
Keywords: surface plastic deformation, roller, obkatyvanii, the surface layer of metal.

Вступ

Поверхневе пластичне деформування (ППД)– розповсюджений і ефективний спосіб підвищення несучої здатності металевих деталей машин, який переважно застосовують, як кінцеву операцію.

Найвагоміший ефект зміцнення від застосування ППД досягається для циклічно навантажених деталей з конструктивними або експлуатаційними концентраторами напружень. ППД ефективне також і по відношенню до деталей, що піддаються при експлуатації зношуванню.

Результати дослідження

Поверхневе деформування поверхневих шарів здійснюють різноманітними способами, які згідно з [1] можна поділити на дві групи. До першої відносять такі, що передбачають створення зусилля деформування від інструмента шляхом безперервного контакту з деталлю (статичні), до другої – ті, при яких здійснюється ударна дія по деталі робочих тіл або інструмента (динамічні). Не дивлячись на різноманіття способів ППД, їх поєднує спільність основних процесів та впливів на стан металу та оброблюваної поверхні. При різних умовах оброблювання проявляються або неперервні , або дискретні особливості матеріалів.

В результаті зміцнення поверхневих шарів при поверхневому деформуванні можна забезпечити покращення фізико-механічних властивостей металу внаслідок структурних перетворень, подрібнення зерен, а також формування в поверхневому шарі залишкових напружень стиску, що виникають за рахунок розвитку нерівномірності пластичної деформації. Експлуатаційні властивості деталей визначаються цими спільними факторами. Крім того відбувається покращення якості поверхні, що проявляється в зменшенні висоти нерівностей, більш похилої їх конфігурації, що важливо, наприклад, для поверхонь пар тертя.

В залежності від форми, розмірів, матеріалу деталі, вимог, що висуваються до геометричних параметрів та якості поверхні, виробничих та інших умов можуть застосовуватися різноманітні способи зміцнювального оброблювання ППД. Вони відрізняються за схемами силової дії на оброблювану деталь, продуктивністю, економічністю та іншими показниками. Як спільні класифікаційні ознаки можна використовувати швидкість деформування; схему контактування деформуючих тіл з поверхнею деталі; форму робочої ділянки деформуючого тіла; зв’язок деформуючих тіл з джерелом руху спосіб передачі енергії до інструмента.

Найбільш розповсюдженим способом зміцнення пластичним деформуванням поверхні є обкатування деталей роликами. У той же час широко впроваджується обкатування пружними кульками, зміцнення дробеструйним і відцентрово-кульковим наклепом, зміцнення карбуванням. В останні роки усе ширше застосовується поверхнева термомеханічна обробка.

Деформація металу при обкатуванні починається з удавлення ролика в поверхню деталі. Вихідний контакт ролика з деталлю в залежності від конфігурації контактуючих тіл може бути точковим або лінійним. Під дією прикладеної сили ролик вдавлюється в деталь, утворюючи на її поверхні відбиток, форма якого відіграє важливу роль у наступному процесі пластичної деформації при обкатуванні.

Деформація поверхні залежить від сили обкатування, профільного радіуса ролика, подачі, співвідношення діаметрів деталі і ролика.

Таблиця 1 - Вплив технологічних параметрів на результати обкочування деталей роликом

Зміна параметра режиму обкатки	Твердість поверхні	Глибина наклепу	Залишкові напруження	Шорсткість поверхні
Збільшення сили обкатки	Значно збільшується	Значно збільшується	Інтенсивно зростають до певної межі, після чого зменшуються	Спочатку знижується на 1-2 класа, потім зростає
Збільшення профільного радіуса ролика	Зменшується	Зменшується	Зростають до максимуму, потім зменшуються	Зростає на 2-3 класа
Збільшення поздовжньої подачі	Зменшується	Незначно зменшується	Має максимум при певній величині	Зростає
Збільшення числа проходів	Зменшується	Майже не змінюється	Майже максимальних значень досягають при першому проході, при 2 і 3 незначно зростають, потім зменшуються	1-й прохід зменшує, 2-4 не змінюють, наступні зменшують
Збільшення вихідної твердості оброблюваної заготовки	Зменшується	Незначно зростає	Зростають	Зменшується на 1-2 класа
Збільшення вихідної шорсткості поверхні	Зменшується	Зменшується	Зменшуються	Зменшується на 2-3 класа

При зміцнюючому обкатуванню підвищується твердість поверхні, з'являються стискаючі залишкові напруження, збільшується міцність поверхневого шару деталей. Зіставлення епюр напружень з відповідними графіками розподілу твердості в поверхневому шарі обкатаних валів показує, що найбільш деформований шар металу в поверхні не є найбільш напруженим. Поблизу поверхні відзначається спад напружень. З ростом сили обкатування збільшуються товщина шару зі стискаючими залишковими напруженнями і глибина розташування їхнього максимуму. Напруження ж у поверхневому шарі спочатку збільшуються, потім починають зменшуватися. Збільшення радіуса профілю ролика при збереженні інших елементів режиму обкатування викликає деяке зменшення товщини шару зі стискаючими напруженнями і глибини розташування їхнього максимуму, але разом з тим приводить до зростання напружень у зоні максимуму й у поверхні.

Висновки

Встановлено, що на твердість та якість поверхневого шару отриманого обкочуванням роликом впливає: сила обкатки, подача, профільний радіус ролика, вихідна твердість та шорсткість деталі, число проходів обкочування роликом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афтаназів І.С. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 „Технологія машинобудування”, 7.090203 „Металорізальні верстати та системи”/ І.С. Афтаназів, А.П. Гавриш, П.О. Китичок і ін. – Житомир:ЖІТІ, 2001 – 516 с.

2. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием, - М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

3. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – К.: Выща школа, 1983, - 173 с.

4. Алиев И.С., Сивак Р.И. Оценка пластичности при поверхностной пластической деформации// Известия ТулГУ. Сер «Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением». – Тула: Тул ГУ. – 2004. – С. 150-156

5. Сердюк О.В. Моделирование процесса деформирования поверхностного слоя при обкатке цилиндрическим роликом / О.В. Сердюк // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – 2012. - №3(32). – С.15-18.

Печінський Олександр Володимирович - студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Урбанський Володимир Олегович студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Наукові керівники: ***Сивак Іван Онуфрійович*** — д-р техн. наук, професор технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Сердюк Ольга Валентинівна — асистент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

Pechinskiy Olexandr V. — Student of the of Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa

Urbanskiy Vladimir O. — Student of the of Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa

Supervisor: ***Sivak Ivan O.*** — Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University

Cerduk Olga V. – assistant of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

УДК 621.73.011

Маєвський А.І.
Сердюк О.В.
Сивак І.О.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ОБКОЧУВАННІ РОЛИКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто визначення напружено-деформованого стану поверхневого шару при обкочуванні роликом методами мікротвердості та ділильних сіток.
Ключові слова: поверхнева пластична деформація, ролик, поверхневий шар металу

Abstract
Definition of stress-strain state of the surface layer in the roller obkochuvanni me-todamy microhardness and dividing nets.
Keywords: surface plastic deformation, roller, the surface layer of metal.

Вступ

Підвищення робочих швидкостей і навантажень викликає необхідність підвищення надійності і довговічності машин. Більша частина деталей піддається одночасному впливу перемінних навантажень, що викликають значне зниження втомлюваної міцності матеріалу.

Основні види деформації – згин і кручення викликають максимальні напруження саме на поверхні деталі. Поверхні ж деталей мають як правило понижену втомлювану міцність, внаслідок того, що в результаті попередньої обробки цілість кристалічної будови металу на поверхні порушена. Поверхня металу, оброблена різанням, представляє собою дещо розмитий шар з вирваними частинками на окремих ділянках. Така поверхня відрізняється від внутрішніх шарів не тільки зруйнованою і деформованою кристалічною решіткою, але і своїми фізичними властивостями. Дрібні риски і пошкодження, отримані при механічній обробці, викликають концентрацію напружень, під дією яких формуються невеликі, поступово зростаючі тріщини, що приводять в подальшому до руйнування деталі. Гази і пари, які є в атмосфері, діючи на поверхню обробленої деталі, викликають корозію, інтенсивність якої залежить від якості і стану поверхні.

Для зміцнення поверхні, а відповідно, і всієї деталі в цілому виконується поверхневе зміцнення деталей: термічна і хіміко-термічна обробка різних видів, механічна обробка різних видів. До першої групи відносяться : цементація з послідуючим закалюванням, азотування, поверхневе закалювання при нагріві токами високої частоти і т.п..

До другої групи обробки відносяться: дробеструйний наклеп, обкатка роликами, наклеп шариками, обробка пневматичним інструментом і інші види обробки, що викликають поверхневу пластичну деформацію металу.

Одним із найбільш перспективних методів підвищення довговічності деталей машин є обкатка роликами. Цей метод має ряд переваг, до числа яких відносяться достатньо висока чистота поверхні після обкатки, велика глибина наклепаного шару, простота пристосування для виконання обкатки і можливість виготовлення його на будь-якому машинобудівному заводі чи в механічній майстерні. Обкатка роликами виконується за допомогою простого пристосування, в той час як термічна і хіміко-термічна обробка потребують великих затрат на обладнання. Крім того, наприклад поверхневе закалювання довгих штоків і валів, особливо при малих діаметрах, потребує особливої обережності для запобігання жолоблення. Тому в ряді випадків поверхневе закалювання доцільно замінювати механічним поверхневим зміцненням шляхом обкатки роликом.

Результати дослідження

Для дослідження деформованого стану обираються методи з врахуванням того, що необхідно дослідити характер зміни стану елементарного об'єму поверхневого шару при його русі відносно інструмента в області джерела деформації. Відповідно це методи твердості та ділильних сіток.

В.М Смелянский [1]досліджував методом мікротвердості сплав ЛС 59-1, на якому можна отримати великий по величині осередок деформації, а також мале розсіювання твердості. Для обробки обрано режими , які забезпечують отримання великого осередку деформації і велику інтенсивність деформації. По результатам цих вимірювань побудовані і апроксимовані лінії рівної інтенсивності деформацій.

Аналіз отриманих результатів показує, що деформація починається на значній відстані від зони контакту. Найбільший градієнт інтенсивності деформацій по глибині спостерігався в області, що примикає до вершини хвилі. Приріст деформації під вершиною інструмента і за інструментом, відносно невеликий, хоча накопичена деформація максимальна. Результати досліджень показують, що значна частина деформації в поверхневому шарі накопичилася до контакту з інструментом.

Метод оцінки деформованого стану вимірюванням твердості, хоча і відносно простий, але має ряд недоліків:

низьку чутливість в зоні великих інтенсивностей деформацій (більше 0,5);

неможливість визначення головних компонентів деформацій;

інформація отримана за допомогою даного методу, відносно обмежена.

Значно більшу інформацію про деформований стан забезпечує метод ділильних сіток, хоча він більш складний. Дослідження методом ділильних сіток виконано Смелянским В.М. [1]. Для цього використовувався циліндричний зразок, який складався із двох жорстко фіксованих відносно одна одної частин, з'єднаних гвинтами по притертим меридіональних площинах. Аналізуючи результати можна прийти до висновку, що в осередку деформації існує три характерні зони: зона I – це зона випереджаючої пластичної деформації, яка розташована перед інструментом; зона II – знаходиться безпосередньо під інструментом; зона III – розташована за інструментом. Напрямок зміщення частинок метала в I і III зонах відносно позаконтактних поверхонь осередку деформації складає кут близько 45°. Тобто частинки метала в осередку деформації двічі міняють напрям свого зміщення. Крім того, за один оберт деталі найбільше зміщення, і, відповідно, швидкість зміщення, має місце в області, що примикає до вершини хвилі, і практично відсутній в області, що примикає до вершини інструмента. Одже реальний процес ППД відрізняється від процесу вдавлювання пуансона, при якому найбільше зміщення має місце під вершиною пуансона. Крім того максимальне значення швидкостей деформацій зосереджено також в області, що примикає до вершини хвилі. До зустрічі із інструментом поверхня деталі може накопичувати до 50% всієї деформації. На початковій ділянці дуги контакту відбувається збільшення накопиченої деформації ще на 25-30%. Під вершиною інструмента інтенсивність етапної деформації відносно невелика. Розподіл накопленої інтенсивності швидкості деформації зсуву по глибині поверхневого шару відбувається по експоненціальному закону, що характерно для ППД.

Висновки

Експериментальні дослідження деформованого стану з використанням методів мікротвердості і координатних сіток дозволяють зробити наступні висновки:

– розподіл компонентів тензора швидкостей деформацій в осередку деформації при ППД має складний закон, обумовлений характерним для ППД полем зміщення частинок металу відносно інструмента.

– в осередку деформації мають місце три зони з характерним для кожної зони видом деформованого стану. Зміна виду деформованого стану частинок металу відбувається при переході їх з одної зони в іншу в межах перехідної ділянки.

– деформація при ППД по своєму характеру є немонотонною, тому визначати накопичену деформацію методом кінцевих деформацій не можна, так як сума логарифмічних етапних деформацій не рівна кінцевій логарифмічній деформації.

– найбільше значення інтенсивності швидкостей деформацій мають частинки метала в області, що примикає до вершини хвилі.

– накопичення деформацій в поза контактній зоні може досягати 50% від загальної деформації.

– деформація в першій зоні має позитивний знак, а в другій від'ємний. В цілому по осередку деформації переважає схема деформації, близька до плоскої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием, - М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

2. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – К.: Выща школа, 1983, - 173 с.

3. Алиев И.С., Сивак Р.И. Оценка пластичности при поверхностной пластической деформации// Известия ТулГУ. Сер «Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением». – Тула: Тул ГУ. – 2004. – С. 150-156

4. Сердюк О.В. Моделирование процесса деформирования поверхностного слоя при обкатке цилиндрическим роликом / О.В. Сердюк // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – 2012. - №3(32). – С.15-18.

5 Сердюк О.В. Оцінка пластичності поверхневого шару металу при немонотонному навантаженні / О.В. Сердюк, І.О. Сивак, С.І. Сухоруков, Р.І. Сивак // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2016. – Вип. 54. – С.277-282. – (За галузями знань «Технічні науки»).

Маєвський Антон Іванович - студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Наукові керівники: ***Сивак Іван Онуфрійович*** — д-р техн. наук, професор технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Сердюк Ольга Валентинівна — асистент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

Maevsky Anton I. — Student of the of Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa

Supervisor: ***Sivak Ivan O.*** — Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University

Cerduk Olga V. – assistant of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

УДК 621

Л. Г. Козлов
М.П. Коріненко

ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИК ДЛЯ ГІДРОСИСТЕМИ ЧУТЛИВОЇ ДО НАВАНТАЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Описано роботу гідросистеми чутливої до навантаження. Розроблено дослідний зразок гідророзподільника для гідросистеми чутливої до навантаження
Ключові слова: гідророзподільник, гідросистема чутлива до навантаження, маніпулятор.

Abstract
The work of the hydraulic system sensitive to loading is described. Developed prototype of the hydraulic valve to the hydraulic system sensitive to loading
Keywords: control valve, hydraulic system is sensitive to loading, manipulator.

Вступ

Мобільні машини з маніпуляторами знаходять все більше застосування в промисловості на транспорті, в будівництві та сільському господарстві. Основні виробники таких машин в країнах пострадянського простору ПАО «ДЗАК» (Україна), ООО «Велмаш-С» (Росія), ЗАО «БАКМ» (Росія) оснащають свої машини гідросистемами постійного потоку на базі нерегульованих насосів та релейних розподільників. Такі гідросистеми відрізняються надійністю і невисокою вартістю, але разом з тим не дозволяють регулювати параметри руху робочих органів машин у достатньо широких діапазонах, а отже, не можуть забезпечити оптимального протікання робочих процесів. Це знижує якість виконуваних робіт і продуктивність машин. Забезпечення можливості регулювання параметрів руху робочих органів дозволяє істотно підвищити як продуктивність машин, так і якість робіт. Тому актуальним напрямком розвитку є розробка нових гідросистем чутливих до навантаження та їх елементів для маніпуляторів мобільних машин.

Результати дослідження

На рис. 1 зображено схему гідросистеми з двома секціями розподільника. Гідросистема включає регульований насос 1 з регулятором 2, який має пружину 3, гідробак 37, дві секції 4, 5 розподільника та гідроциліндри 7, 8. Розподільник має лінію нагнітання 9, лінію зливу 10 та лінію керування 11. Лінія керування 11 з'єднана з лінією зливу 10 через запобіжний клапан 6. До лінії нагнітання 9 в кожній секції 4, 5 підключені розподільні золотники 12 та 13. Силові лінії 16, 17, 18, 19 з'єднують розподільні золотники 12 та 13 з гідроциліндрами 8 та 7. Лінії зливу 30 та 31 пов'язують розподільні золотники 12 та 13 із входами клапанів тиску 14 та 15. Виходи та пружинні камери клапанів тиску 14 та 15 зв'язані лініями керування 32 та 33 із лінією зливу 10, а торцеві камери клапанів тиску 14 та 15 зв'язані з розподільними золотниками 12 та 13 лініями керування 21 та 20. Вихід логічного клапана 36 зв'язаний із лінією керування 11, а його входи пов'язані лініями керування 21 та 20. В свою чергу лінії керування 21 та 20 пов’язані з виходами логічних клапанів 34, 35, а їх входи пов’язані лініями керування 24, 25 та 28, 29 з розподільними золотниками 12 та 13.

Недоліком розподільника для гідросистеми чутливої до навантаження є велика довжина розподільного золотника і відповідно технологічна складність виготовлення корпусу гідророзподільника [1]. Авторами запропоновано нову конструкцію розподільника, що характеризується зменшенням довжини розподільного золотника.

Конструктивна особливість корпусу секції гідророзподільніка (рис. 2) виконана таким чином, що перемички 52, 53 мають різну площу дотику з золотником 13 в поперечному та повздовжньому перерізі, завдяки чому досягається плавність роботи.

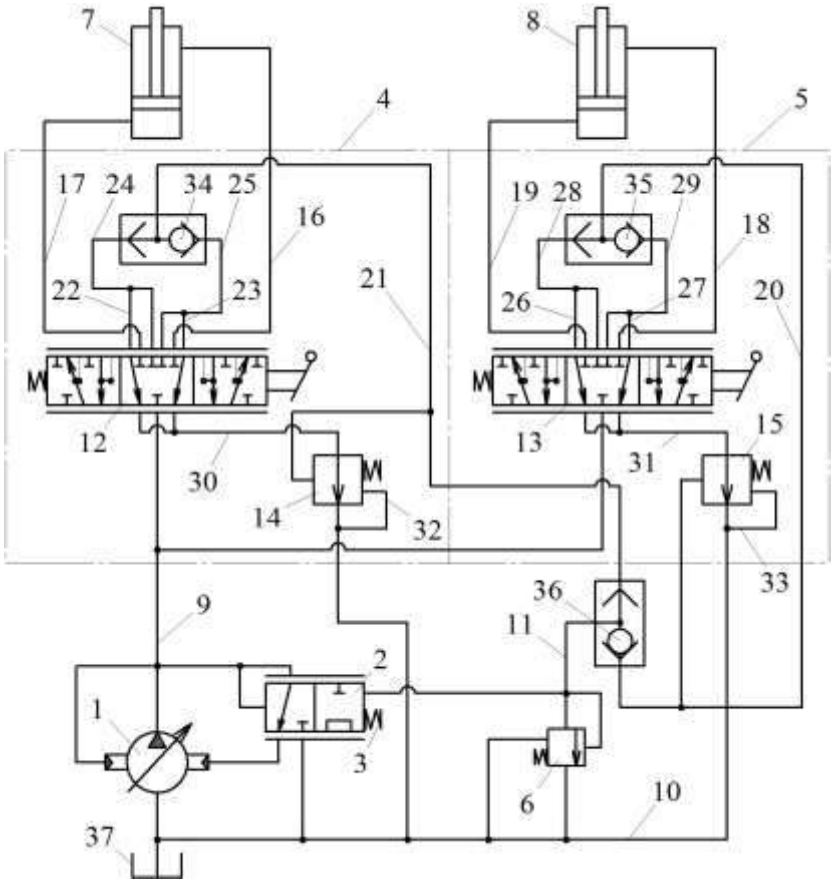


Рис. 1 – Гідросистема з чутлива до навантаження.

Додатково виконані вертикальні розточки в корпусі, які виконані під кутом в 90 градусів по відношенню до радіальних каналів. Зменшено кількість радіальних каналів в перемичках між нагнітальними та соловими розочками.

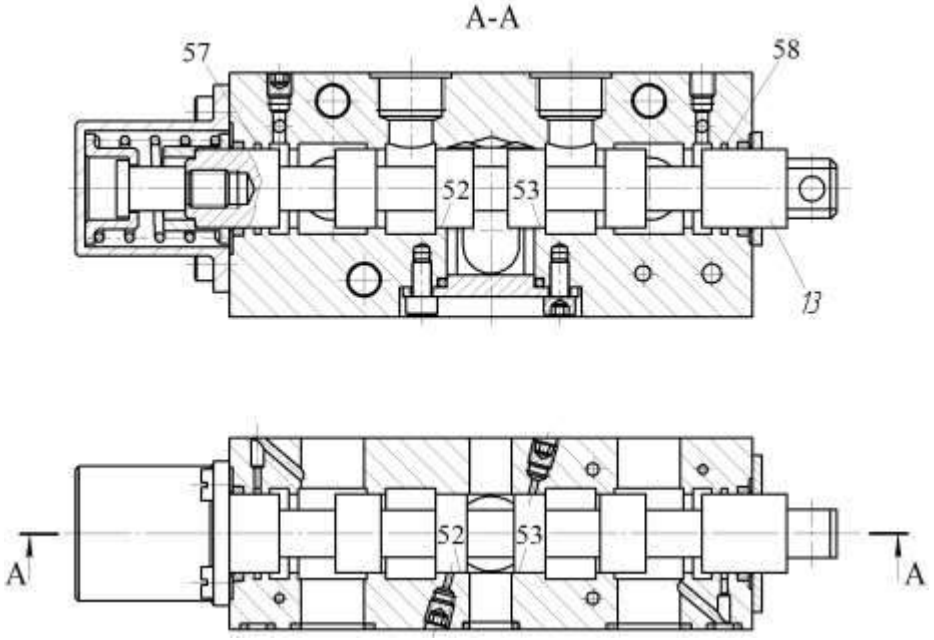


Рис. 2 - Секція гідророзподільника

Висновки

Таким чином в запропонованій гідросистемі за рахунок введення нових елементів та зв'язків забезпечується зменшення перетікання робочої рідини із камери гідроциліндра в лінії керування через два радіальних канали (досягається збільшення степені герметизації камери гідроциліндра і зменшення просадки гідроциліндра під вантажем в нейтральному положенні розподільника).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Catalog Rexroth Bosch Group [Electronic resource]. – 2005. – RA 64 965/01.05 1/20 Replaces: 10.96. – Access mode: https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/ra64965_2005-01.pdf (last access: 10.11.16). – Directional Control Valve Load Sense Pressure Compensated MP18.

2. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпуляторів з адаптивними регуляторами на основі нейромереж для мобільних робочих машин [Текст] : дис. … д-ра техн. наук. : 05.02.02 – Машинознавство / Козлов Леонід Геннадійович. – Київ, 2015. – 421 с.

3. Козлов Л. Г. Вимоги до гідросистем фронтальних навантажувачів [Текст] / Л. Г. Козлов, О. В. Піонткевич, А. О. Іванов // Збірник тез доповідей І-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування», м. Вінниця, 22 грудня 2014 р. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 98–99.

4. Піонткевич О. В. Вплив параметрів системи керування гідроприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики [Текст] / О. В. Піонткевич. // Вінниця : Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2(4). – С. 68-76.

Леонід Геннадійович Козлов — док. техн. наук, професор та завідувач кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com;

Коріненко Микола Петрович — аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: K_N_P@ukr.net;

Kozlov Leonid – Doctor. Sc., professor of machine-building technologies and automation department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osna2030@gmail.com;

Korinenko Mykol – post graduate student of machine-building technologies and automation department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: K_N_P@ukr.net;

УДК 621.22

С. В. Репінський
Л. Г. Козлов
Ю. А. Бурєнніков
О. В. Паславська

АНАЛІТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ККД ОБ'ЄМНОГО НАСОСА З ЧАСТОТНО-КЕРОВАНИМ ПРИВОДНИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналітичне оцінювання залежності ККД об'ємного насоса і приводного асинхронного двигуна (АД) з частотним керуванням в різних режимах роботи. Результати можуть бути використані при формулюванні практичних рекомендацій по вибору режимів злагодженої роботи регульованого насоса і АД в зоні високих ККД.

Ключові слова: об'ємний гідропривод, регульований насос, асинхронний електричний двигун, частотне керування, перетворювач частоти, механічна характеристика, коефіцієнт корисної дії.

Abstract

Analytical estimation of the dependence of the efficiency of a volumetric pump and a drive asynchronous motor with a frequency converter in various modes of operation is carried out. The results can be used in the development of practical recommendations for the selection of modes of coordinated operation of a regulated pump and an induction motor with a frequency converter in the zone of high efficiency.

Keywords: volumetric hydraulic drive, variable-displacement pump, asynchronous electric motor, frequency control, frequency converter, mechanical characteristic, efficiency.

Вступ

Одним із сучасних напрямків підвищення енергетичної ефективності об'ємних гідроприводів технологічних машин і обладнання різного призначення є розробка приводів на основі частотного способу регулювання вала електродвигуна. Легкість і висока якість керування, економічність і можливість достовірного контролю за ходом виконання технологічних процесів зумовлює широке використання частотно-керованих електродвигунів в об'ємних гідроприводах [1–3].

При частотному керуванні зміна швидкості обертання асинхронного електродвигуна (АД) здійснюється шляхом зміни частоти і величини напруги живлення двигуна за допомогою перетворювача частоти (ПЧ). Для найбільшої експлуатаційної і економічної ефективності сучасні перетворювачі частоти в керуючій частині мають контролер з датчиком зворотного зв'язку (датчиком тиску на виході насоса, датчиком навантаження на механізмі тощо), що дозволяє автоматично реалізувати оптимальний технологічний процес, а також вирішити ряд додаткових завдань (контроль, діагностика, захист).

Можна виділити типові напрямки впровадження частотних перетворювачів і систем автоматизації на їх базі:

- системи водопостачання, водовідведення, каналізації, вентиляції тощо;
- конвеєри, транспортери;
- підйомники, крани, ліфти;
- різні транспортні засоби (потяги, трамваї, тролейбуси, автомобілі);
- гідроприводи термопластавтоматів, деяких шліфувальних, заточувальних, агрегатних та інших верстатів.

Метою роботи є аналітичне оцінювання ККД об'ємного насоса та ККД перетворювача частоти АД при зміні швидкості обертання вала насоса для подальшого вибору режимів їх злагодженої роботи в зоні високих ККД.

Результати дослідження

При частотному керуванні АД співвідношення між кутовою швидкість магнітного поля статора і частотою f_1 напруги живлення має вигляд

$$\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p} \text{ [рад/с]}, \quad (1)$$

де p – число пар полюсів магнітного поля.

Для отримання високих енергетичних показників АД (коефіцієнтів потужності, корисної дії, перевантажувальної здатності) при частотному керуванні необхідно одночасно з частотою змінювати і напругу змінного струму. Сучасні ПЧ реалізують такі основні методи регулювання АД як скалярне керування та векторне керування.

Так, наприклад, у випадку необхідності підтримання постійного моменту навантаження $M_C = const$, напруга на статорі повинна змінюватися пропорційно зміні частоти

$$\frac{U_1}{f_1} = const. \quad (2)$$

Частотне керування АД забезпечує плавне регулювання швидкості в широкому діапазоні, а також жорсткі механічні характеристики. Однак істотним недоліком такого приводу є тривалість розгону вихідної ланки при надходженні ступеневого керуючого впливу (сигналу). Це пов'язано низькими динамічними можливостями АД, що має суттєві обмеження по пускових струмах і виділенню тепла.

При роботі об'ємного гідропривода з частотно-керованим електродвигуном зміна швидкості обертання вала насоса впливає на динамічні характеристики насоса, на перехідні процеси в гідроприводі. Тому належну увагу слід приділяти забезпеченню необхідних динамічних характеристик об'ємного гідропривода, що складається з нерегульованого насоса у гідравлічному контурі та регульованого електродвигуна з частотним перетворювачем. Вирішити це питання можливо при використанні у гідравлічному контурі регульованого насоса з пропорційним електрогідравлічним регулятором. Пропорційний електрогідравлічний регулятор робочого об'єму насоса дозволяє інтегрувати насос в загальну систему керування, реалізувати різні статичні характеристики насоса (режим постійного тиску, подачі, потужності), підвищує точність керування та відрізняється високою швидкодією [4–8].

На рис. 1 показано схему гідропривода на основі регульованого насоса з пропорційним регулятором і приводним АД, що живиться від частотного перетворювача.

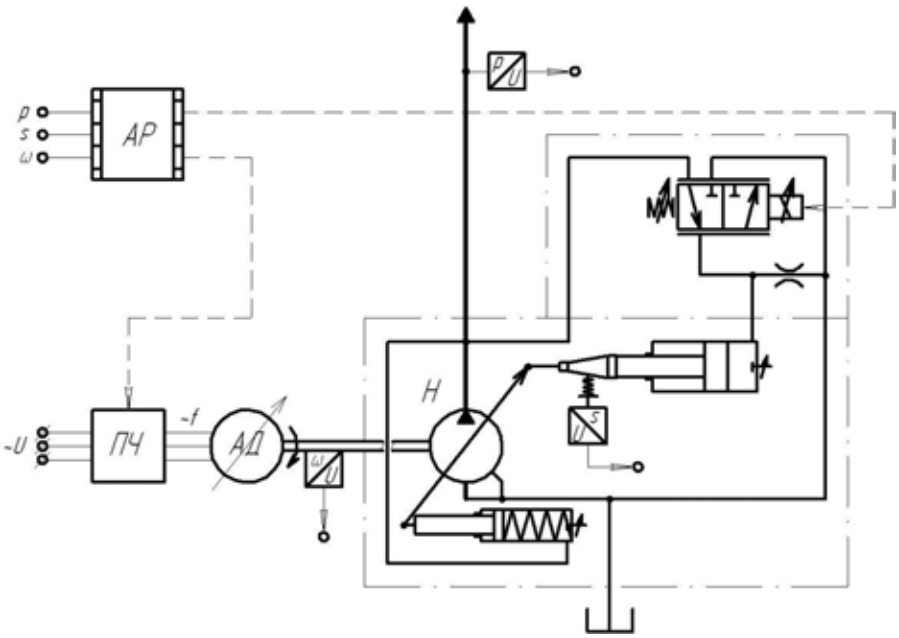


Рис. 1. Схема гідропривода на основі регульованого насоса з приводним частотно-керованим асинхронним електродвигуном: Н – насос з об'ємним пропорційним регулятором; АД – асинхронний електродвигун змінного струму з короткозамкненим ротором; АР – адаптивний цифровий регулятор; ПЧ – перетворювач частоти

Важливим аспектом керування при роботі регульованого насоса та АД з ПЧ в режимі навантаження є вибір режимів їх злагодженої роботи в зоні високих ККД.

На рис. 2 показано графік залежності ККД насоса від частоти обертання та тиску на виході насоса. Відхилення частоти обертання від номінального призводить до зниження кривої ККД насоса.

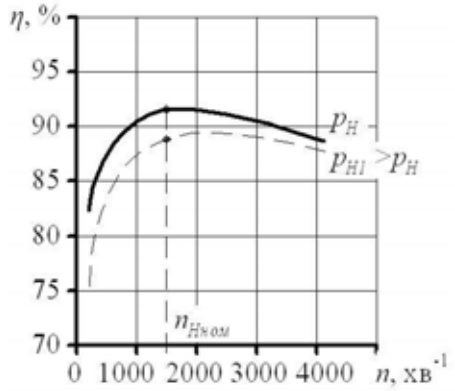


Рис. 2. Графік залежності ККД насоса від частоти обертання

На рис. 3 наведені механічні характеристики АД при різній величині підведеної напруги.

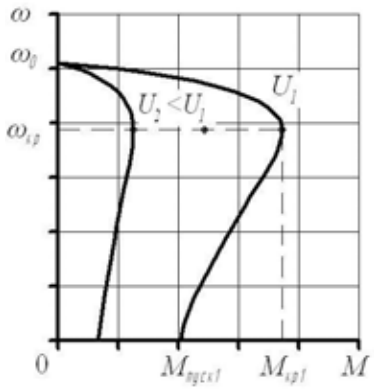


Рис. 3. Механічні характеристики АД при різній величині підведеної напруги

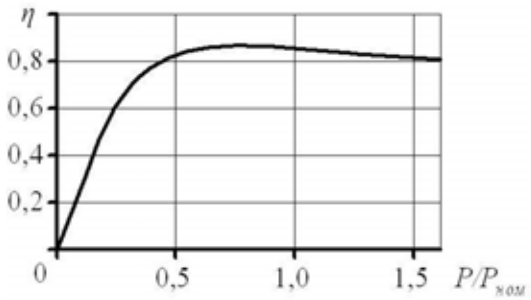


Рис. 4. Залежність ККД асинхронного двигуна від навантаження

Як випливає з рис. 3 при зниженні підведеної напруги частота обертання магнітного поля ω_0 залишається незмінною, а зменшується критичний (максимальний) $M_{кр}$ і пусковий $M_{пуск}$ моменти, тобто знижується перевантажувальна здатність і погіршуються пускові властивості двигуна. При зниженні підведеної напруги механічна характеристика стає м'якшою.

Загальні втрати АД залежать від навантаження, тому і ККД АД є функцією навантаження. На рис. 4 наведено криву $\eta = P / P_{ном}$, де $P / P_{ном}$ – відносна потужність.

Зазвичай для АД максимальний ККД має місце при навантаженні, дещо меншому за номінальне. ККД АД досить високий в широкому діапазоні навантажень і для більшості сучасних асинхронних двигунів при номінальному навантаженні ККД має значення 80-95% (верхня границя відповідає двигунам більшої потужності).

Характер наведених вище залежностей дозволяє аналітично оцінити залежність ККД регульованого насоса та АД з частотним керуванням в різних режимах роботи. Для формулювання практичних рекомендацій по вибору режимів злагодженої роботи регульованого насоса та АД з ПЧ в зоні більш високих ККД необхідні точні характеристики елементів системи, параметри технологічного процесу, що має бути забезпечений, та характер навантаження.

Висновки

Проведено аналітичне оцінювання залежності ККД регульованого насоса і приводного АД з частотним керуванням в різних режимах роботи. Результати можуть бути використані при формулюванні практичних рекомендацій по вибору режимів злагодженої роботи регульованого насоса та АД в зоні високих ККД.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тихенко В. Н. Разработка гидропривода с регулируемым приводным двигателем насосной установки / В. Н. Тихенко // Промислова гідравліка і пневматика. – 2006. – № 1(11). – С. 84–86.

2. Лурье З. Я. Математическое моделирование гидроагрегата системы смазки с регулируемым шестеренным насосом / З. Я. Лурье, И. М. Федоренко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Прикладная механика. – 2009. – Том 1, № 5(37). – С. 10–19.

3. Перельмутер В. М. Прямое управление моментом и током двигателей переменного тока / В. М. Перельмутер. – Харьков : Основа, 2004. – 210 с.

4. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпулятора з адаптивним регулятором на основі нейромереж для мобільних робочих машин : дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец 05.02.02 «Машинознавство» / Козлов Леонід Геннадійович. – Вінниця, 2015. – 421 с.

5. Репінський С. В. Керування регульованих насосів в гідроприводах, чутливих до навантаження : монографія / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Бурєнніков ; Вінниц. нац. техн. ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 199 с.

6. Репінський С. В. Система керування аксіально-поршневого регульованого насоса з профільованим вікном золотника комбінованого регулятора подачі : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.02 «Машинознавство» / Репінський Сергій Володимирович. – Вінниця, 2011. – 248 с.

7. Бурєнніков Ю. А. Огляд електрогідравлічних систем керування насосами змінної продуктивності / Ю. А. Бурєнніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – № 2(235). – С. 202–206.

8. Бурєнніков Ю. А. Система керування аксіально-поршневого регульованого насоса з профільованим вікном золотника комбінованого регулятора подачі / Ю. А. Бурєнніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Машинобудування». – 2012. – № 64. – С. 113–118.

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Козлов Леонід Геннадійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com;

Бурєнніков Юрій Анатолійович – канд. техн. наук, професор, декан Факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Паславська Оксана Віталіївна – старший лаборант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: o.v.paslavska@gmail.com.

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Kozlov Leonid G. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osna2030@gmail.com;

Buriennikov Yuriy A. – Cand. Sc. (Eng), Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Paslavska Oksana V. – Senior Laboratory of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: o.v.paslavska@gmail.com.

УДК 621.22

В.П. Пурдик,
В.Г. Сапожник
О.С. Кубишкін
Ю.П. Піддубний

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК ЦЕГЛИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено один із можливих варіантів модернізації обладнання на основі гідроавтоматики для формування заготовок цегли замість існуючого неефективного та морально застарілого пристрою.

Ключові слова: цегла, формування, гідроавтоматика, модернізація.

Abstract

The paper presents one of the possible options for eguipment modernization based on hydravlic automation for creating pieces of brick instead of the existing and moralli-outdated device

Keywords: hydravlic automation, modernization, brick

Вступ

У вітчизняній галузі виробництва будівельної матеріалів , так наприклад цегли, досі функціонують багато (тільки по Вінницькому регіону їх більше тридцяти) підприємств із застарілим обладнанням, яке не дозволяє виробляти якісну продукцію. Не зважаючи на такі обставини ці підприємства можуть бути економічно ефективними внаслідок того, що на багатьох із них сировинна база знаходиться без-посередньо на їх території, що визначає мінімальні логістичні витрати на доставку основної сировини, наявність місцевих, відносно недорогих, трудових ресурсів, до яких не пред'являються високі квалі-фікаційні вимоги, та інші фактори. У разі модернізації, навіть точкової, технологічного обладнання таких підприємств їх ефективність можливо підвищити та закріпити статус на ринку будівельних мате-ріалів.

Одним із найбільш проблемних місць технологічного обладнання, вищезгаданих підприємств є стадія формування із суцільного вологого глиняного бруса штучної заготовки цегли, яка реалізується механічним пристроєм подвійного коливального руху і не дозволяє отримати необхідну її геометрію. А вважаючи, що міцність та геометричні розміри згідно стандарту є основними експлуатаційними характеристиками цегли, вирішення цієї проблеми є актуальним.

Результати дослідження

Авторами запропоновано варіант модернізації ланки формування заготовки цегли існуючої виробничої лінії, яка полягає в заміні механічної системи на конструкцію пристрою на основі гідроавтоматики.[1,2,3] Гідравлічна схема такого пристрою представлена на рис.1. До гідравлічної схеми входять: насосна станція 1, в складі якої є насос 1а, запобіжно-переливний клапан 1б з електромагнітним керуванням; виконавчі гідроциліндри 3 та 4; регулююча апаратура з електромагнітним керуванням в складі розподільників 2 та 4, а також дроселя із зворотнім клапаном 6. Електронне керування системою забезпечують – давач 9 швидкості та руху глиняного бруса 10 разом з блоками живлення 8 та керування 7.

Представлена на рис. 1 гідросистема функціонує наступним чином. По мірі руху гли-няного бруса 10 давач 9 відраховує розмір семи заготовок цегли (ріжучий елемент пристрою розрахований на сім дротяних ножів) і подає електричний сигнал на блок керування 7.

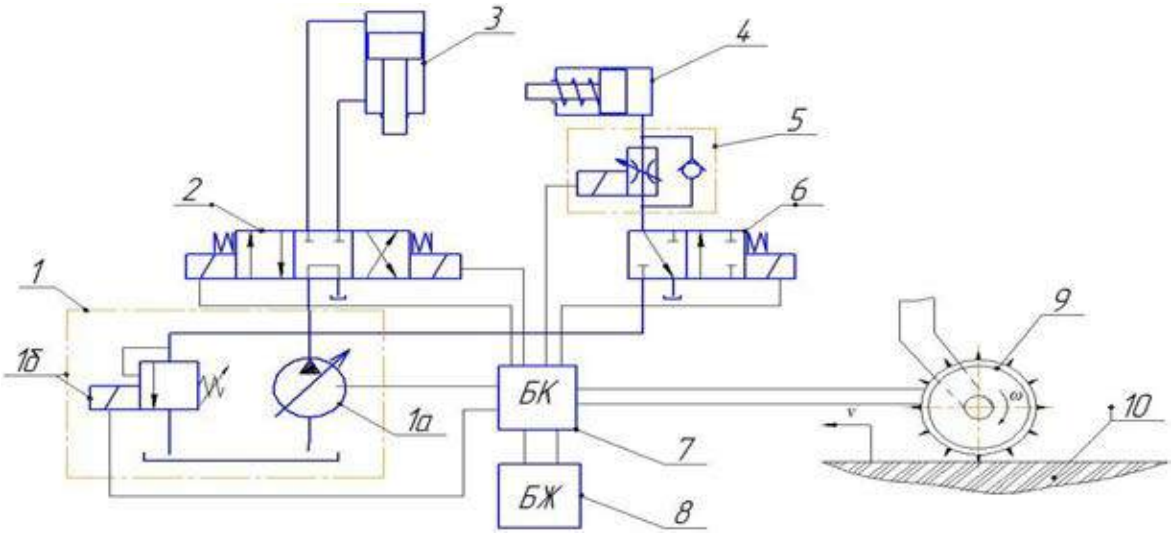


Рисунок 1 – Гідравлічна схема автоматизованого пристрою для формування заготовки цегли.

Останній формує керівні сигнали на апаратуру регулювання - запобіжно-переливний клапан 1б та розподільники 2 і 6. При цьому клапан 1б переходить із положення «розвантаження насосної станції» в робочий режим – коли підвищується тиск в гідросистемі і витрата робочої рідини від насосоної станції направляється через відповідну позицію розподільника 2 та 6 на виконавчі гідроциліндри 3 та 4. Гідроциліндр 3 приводить в рух ріжучий орган для формування семи заготовок цегли, а гідроциліндр 4 одночасно з цим забезпечує синхронізацію руху всієї конструкції з рухом глиняного бруса для забезпечення відсутності між ними відносного руху, що гарантує правильну геометрію зразків цегли при його розрізанні.

Гідросистема, що розглядається, також може реалізовувати адаптивне керування технологічним процесом формування заготовок цегли. Реалізація такої функції здійснюється взаємодією давача 9, який реєструє швидкість руху глиняного бруса, що виходить із пресуючого агрегата, з регулятором витрати аксіально-поршневого регульованого насоса 1а та з регульованим дроселем 5. Тобто із зміною швидкості руху бруса змінюєтьсч швидкість руху виконавчих гідроциліндрів 3 та 4.

Висновки

Випробування одного із варіантів модернізованого технологічного обладнання для формування заготовок цегли дало позитивні результати і на даний час ведуться роботи по його впровадженню на одному із підприємств Вінницької області (рис.2).

Рисунок 2 – Загальний вигляд модернізованого технологічного обладнання вбудованого в технологічну лінію існуючого цегельного заводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Бурєнніков Ю.А. Автоматична система керування регульованим насосом / Ю.А.Бурєнніков, Л.Г.Козлов, С.В.Репінський // Вісник Тернопільського державного технічного університету.- 2009,Т.14, №3. – С.134-141.

2. Свешников В.К Аксиально-поршневые насосы в современных гидроприводах / В.К.Свешников // Гидравлика и пневматика. – 2005. - №18. С.7-8.

3.Сосонкин В.Л. Дискретная гидроавтоматика / В.Л.Сосонкин.- М.: Машиностроение, 1972.- 164с.

Пурдик Віктор Петрович – канд. техн.. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Сапожник Віталій Генадійович – аспірант групи АС-15, кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Кубишкін Олег Сергійович – студент групи 1ПМ-16сп, факультет транспорту та машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Піддубний Юрій Петрович - студент групи 1ПМ-16сп, факультет транспорту та машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Purdyk Viktor P. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Sapognic Vitalij G. — graduate student AC-15, Department of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Cybishkin Oleg S. - student 1PM-16, Department of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Piddubnij Jurij P. - student 1PM-16, Department of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 629.114.4

В. П. Пурдик[1]
Н. А. Возній[1]

ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано методику визначення основних експлуатаційних параметрів обладнання для виробництва паливних брикетів, досліджено їх вплив на ступінь ущільнення вихідної сировини та за отриманими результатами спроектовано промислову лінію, котра забезпечує необхідні характеристики.

Ключові слова: паливні брикети, пресування, щільність, кондиція, фракція, обладнання, промислова лінія.

Abstract

The method of determining the basic operating parameters of equipment for production of fuel pellets, their influence on the degree of compaction of raw materials and for the results projected industrial line which provides the necessary characteristics.

Keywords: wood briquettes, pressing, density, condition faction, equipment, industrial line.

Вступ

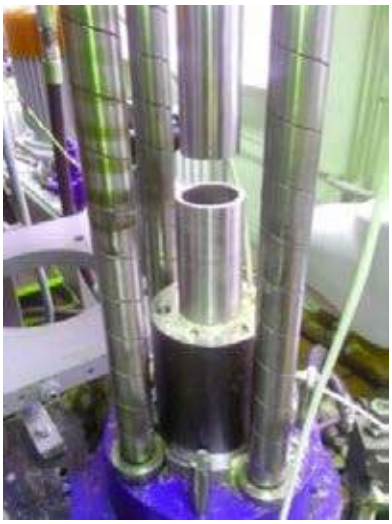
Пошук альтернативних відновлювальних джерел енергозабезпечення є актуальною задачею для суспільства, що зумовлене обмеженням світових запасів вуглеводних енергетичних ресурсів. Одним із реальних ефективних варіантів є використання відходів деревообробної промисловості, які в прямому вигляді використовувати неефективно, тому їх необхідно привести до потрібного стану, що дозволить конкурувати по теплотворності з вугіллям, – це так звані брикети. Цю проблему можливо вирішити методами пресування сировини для досягнення її щільності до необхідних кондицій [1].

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень для визначення основних експлуатаційних параметрів для проектування обладнання для виробництва паливних брикетів.

Результати дослідження

Експеримент проводився на спеціальному стенді з гідравлічним приводом, що зображено на рис. 1.

а)



б)

Рис. 1. Загальний вигляд (а) та робоча зона (б) експериментального стенду

Стенд оснащено мультиплікаторним гідроциліндром, який здатний створювати тиск пресування до 100,0 МПа, а також давачами тиску та переміщення [2].

Запропонована методика проведення експерименту полягає в наступному: в робочу зону, що представляє собою циліндричну матрицю та пуансон, разово завантажується сировина (відходи деревообробки) відповідної ваги та вологості. Після чого відбувається процес пресування за допомогою мультиплікаторного гідроциліндра. Отриманий зразок брикета з високою точністю зважується та вимірюється, що дозволяє визначити його щільність. Цей показник є основним експлуатаційним параметром паливного брикета, від якого залежать його теплотворність, зольність та інше.

Аналіз результатів проведених досліджень показав, що одними із основних параметрів, що впливають на ступінь ущільнення вихідної сировини (в даному випадку дерев'яної стружки) є тиск, швидкість, дія напрямків сил пресування, порода деревини.

Залежності щільності брикету від тиску, напрямків дії сил та швидкості пресування зображено на рис. 2, 3 та 4.

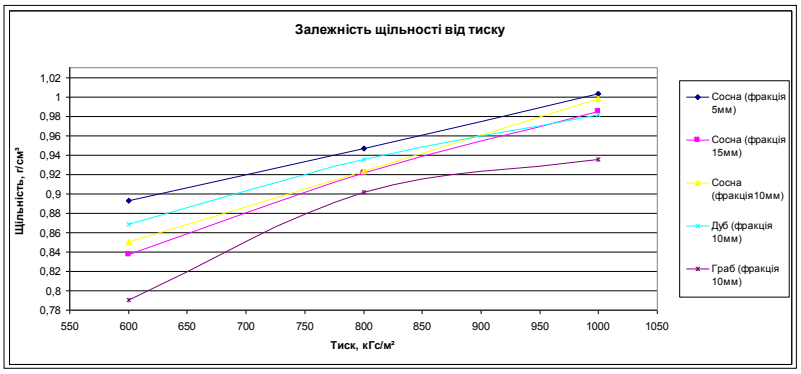


Рис. 2. Залежність щільності брикета від тиску пресування

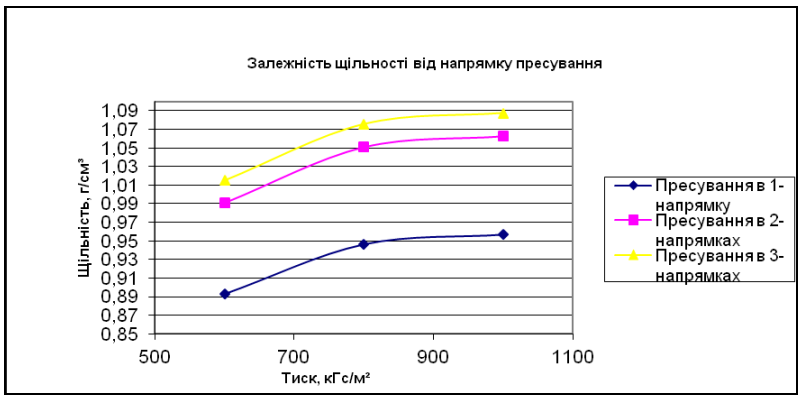


Рис. 3. Залежність щільності від напрямків дії сил пресування

Рис. 4. Залежність щільності від швидкості пресування

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень спроектовано промислову лінію для виробництва паливних брикетів із відходів деревообробки, яка в процесі експлуатації забезпечує необхідні характеристики вихідної продукції (паливних брикетів), що зображена на рис. 5.

Рис. 5. Обладнання для виробництва паливних брикетів

Висновки

Встановлено, що спроектована за визначеними експлуатаційними характеристиками промислова лінія, дозволяє забезпечити оптимальну щільність вихідної сировини, що відповідає стандартам якості паливних брикетів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Савуляк В.І. Експериментальне визначення необхідних умов і параметрів процесу та приводу пресування паливних брикетів з відходів деревини /Савуляк В.І., БерезюкО.В., Пурдик В.П., Білошицький С.П. ― Вінниця: Вісник ВНТУ, 2010. №5 – с.96-99.

2. Обгрунтування основних експлуатаційних параметрів обладнання для виробництва паливних брикетів/ 12-й міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові. Тези доповідей. – Львів: 28-29 травня 2015.- с.73-74.

3. Машиностроительный гидропривод /Под ред В.Н.Прокофьева. – М.: Машиностроение, 1978. – 495с.

Возній Наталя Аркадіївна — аспірант групи АС-16, факультет технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nataniele_vin@mail.ru

Пурдик Віктор Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Vozniy Natalie A. — graduate student AC-16, Department of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : nataniele_vin@mail.ru

Purdyk Viktor P. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.01(075)

Ж. П. Дусанюк
О. В. Дерібо
Д. О. Діхтяренко
В. В. Кошовий

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВИЛКА»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз ефективності механічної обробки на верстатах з ЧПК у порівнянні з верстатами з ручним керуванням на прикладі технологічного процесу виготовлення деталі «Вилка». Виявлені фактори, які найсуттєвіше впливають на зменшення трудомісткості обробки, енерговитрат, технологічної собівартості, підвищення продуктивності праці.

Ключові слова: технологічний процес, верстати з ручним керуванням, верстати з ЧПК, трудомісткість, енерговитрати, технологічна собівартість, продуктивність праці.

Abstract

The analysis of efficiency machining on machine tools with numerical control in in the equation of machines with manual control on the example of the process of manufacturing parts "fork". The factors that have the most significant impact on reducing the complexity of processing, energy, tech, tech costs, improving productivity.

Keywords: manufacturing process, manually controlled machine-tools, NC machine-tools, labor consumption, labor productivity, energy consumption, manufacturing cost.

Вступ

Проектування нових та вдосконалення існуючих технологічних процесів завжди вартісне. Завдання розробника – спроектувати такий варіант технологічного процесу (ТП), який забезпечив би найвищі техніко-економічні показники в конкретних умовах виробництва, тобто вибрати оптимальний варіант.

Найбільш простим і широко використовуваним методом є порівняльний аналіз, при якому за показниками (трудомісткість, собівартість, металомісткість, точність тощо.) порівнюються кілька варіантів, що забезпечують досягнення мети проектування [1].

На діючих підприємствах машинобудівного виробництва досить часто застосовується застаріле обладнання , що не дозволяє забезпечити високу ефективність механічної обробки деталі. В роботі розглядається деталь «Вилка», що виготовляється на реальному машиннобудівному підприємстві.

Мета роботи – підвищення ефективності технологічного процесу механічної обробки, його техніко-економічних показників за рахунок модернізації та використання сучасного технологічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети розв’язувалися такі *задачі*:

- аналіз базового технологічного процесу, виявлення недоліків;
- розробка модернізованого варіанту технологічного процесу;
- встановлення режимів різання для обробки заготовки деталі за базовим та запропонованим варіантах технологічного процесу;
- нормування операцій для варіантів технологічного процесу, визначення їх трудомісткості, сумарної величини;
- розрахунок собівартості виконання операцій по варіантах технологічного процесу та сумарної собівартості;
- визначення величини енерговитрат по операціях технологічних процесів, їх сумарної величини;
- визначення продуктивності роботи по варіантах технологічних процесів;
- вибір оптимального варіанту технологічного процесу за техніко-економічними показниками.

Результати дослідження

На базовому підприємстві (ХТЗ) використовується ТП механічної обробки заготовки деталі «Вилка», який включає шість операцій, що виконуються на верстатах з ручним керуванням. Запропоновано ТП, в якому використовуються багатоцільові верстати з ЧПК ЛТ260МФ3 (дві операції).

Режими різання для базового технологічного процесу вибрані згідно заводських технологічних операційних карт, для запропонованого – за рекомендаціями [2, 3].

Згідно з прийнятими режимами різання визначено штучно-калькуляційний час ($T_{шт-к}$) виконання операцій для двох варіантів ТП, побудовані діаграми (рис. 1 і рис. 2).

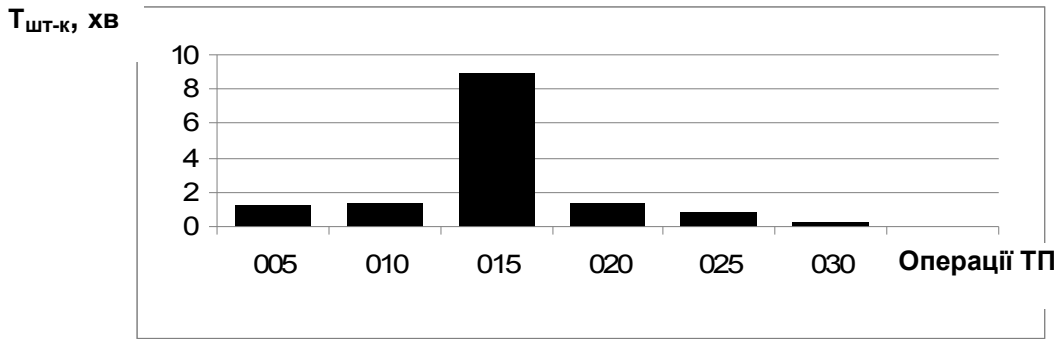


Рис.1- Штучно-калькуляційний час виконання операцій механічної обробки (базовий ТП)

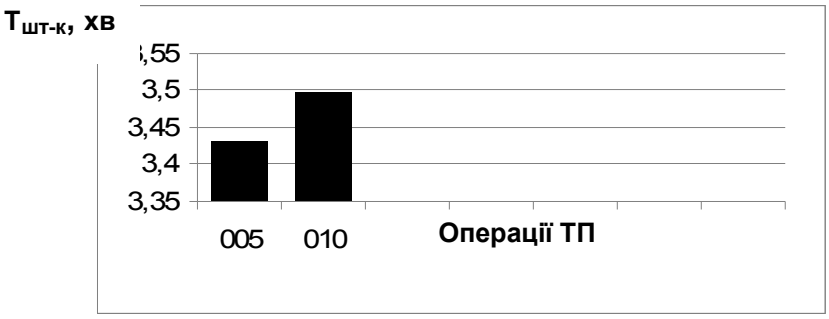


Рис. 2. Штучно-калькуляційний час виконання операцій механічної обробки (модернізований ТП)

За розрахованими значеннями $T_{шт-к}$ визначено технологічні собівартості виконання операцій механічної обробки для обох варіантів ТП [4, 5], діаграми яких показано на рис. 3 і рис. 4.

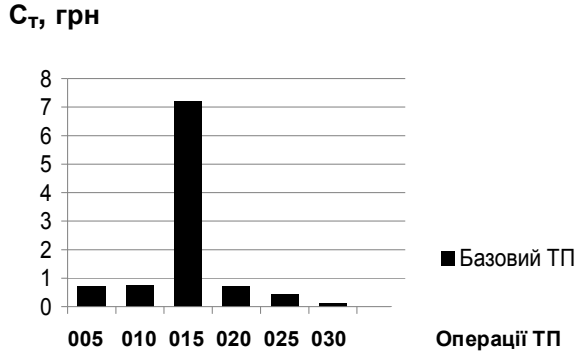


Рис.3. Технологічна собівартість виконання операцій механічної обробки (базовий ТП)

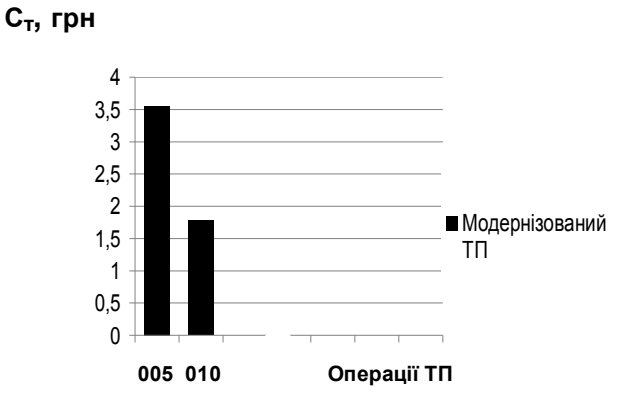


Рис.4. Технологічна собівартість виконання операцій механічної обробки (модернізований ТП)

Визначено витрати на силову електроенергію для обох варіантів ТП, що зображено на діаграмах (рисунки 5 і 6)

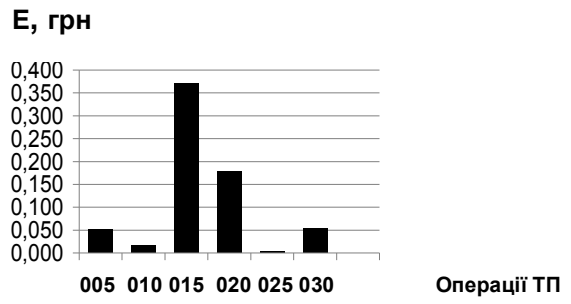
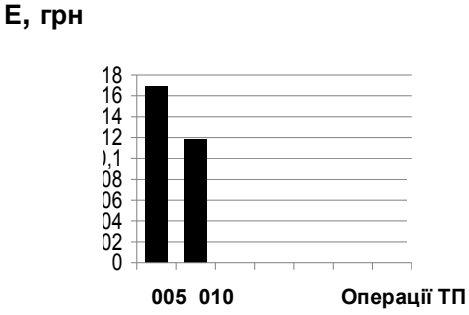


Рис. 5. Витрати на силову електроенергію на виконання операцій механічної обробки (базовий ТП)



трати на силову електроенергію на виконанній механічної обробки (модернізований ТП)

Розраховано продуктивність роботи (за зміну, місяць, рік), що забезпечується базовим і модернізованим ТП. Діаграма продуктивності роботи верстатів за рік показана на рис. 7.

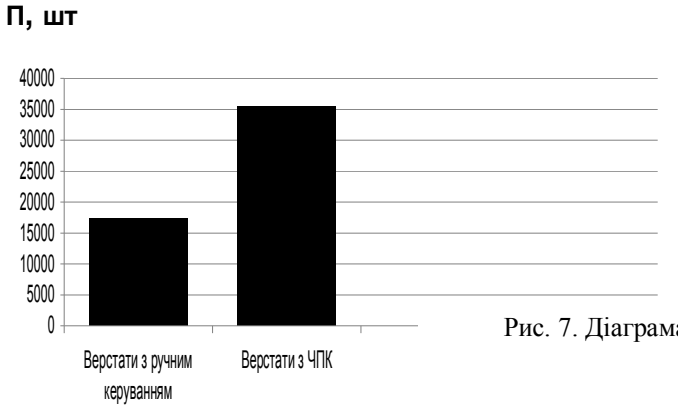


Рис. 7. Діаграма продуктивності роботи верстатів за рік

Висновки

В результаті дослідження встановлено, що:

1) кількість операцій механічної обробки заготовки деталі «Вилка» в результаті запропонованої модернізації зменшилася з шести до двох, а отже зменшилася кількість верстатів, працюючих, виробнича площа, витрати на заробітну плату основних робітників, собівартість обробки.

2) трудомісткість механічної обробки базового ТП склала 14,1 хв., в модернізованому 6,9 хв., тобто вона зменшилася в два рази.

3) собівартість виконання операцій механічної обробки базового ТП близько 10 грн., в модернізованому відповідно 5,33 грн., тобто вона зменшилася в 1,9 рази;

4) витрати на електроенергію при виконанні операцій механічної обробки деталі «Вилка» в базовому ТП склали 0,673 грн., в модернізованому відповідно 0,287 грн., тобто вони зменшилася в 2,34 рази;

5) продуктивність процесу обробки (за рік) в базовому ТП 17303 деталі, в модернізованому відповідно 35186 деталей, тобто вона збільшилася в 2 рази;

6) підвищення техніко-економічних показників механічної обробки заготовки деталі типу «Вилка» стало можливим в результаті заміни верстатів з ручним керуванням на верстати з ЧПК та використання концентрації операцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / Руденко П. О. К. : Вища школа, 1993. — 414 с.

2. Каштальян И. А. Обработка на станках с числовым программным управленим: справочное пособие / И. А. Каштальян, В. И. Клевзович. — Минск: Вышэйшая школа,1989. — 271с.

3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть I. Нормативы времени. — М. : Экономика, 1990. — 206 с.

3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. — М. : Экономика, 1990. — 473 с.

4. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. — Минск : Вышэйшая школа, 1983.— 256 с.

5. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Діхтяренко Дмитро Олександрович – студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Кошовий Вадим В'ячеславович – студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Dikhtiarenko Dmytro O. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Koshovyi Vadym V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 62-822

О. В. Дерібо
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський

ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ПОДАЧІ НАСОСА НА ХВИЛЬОВІ ПРОЦЕСИ В ДОВГІЙ НАПІРНІЙ ЛІНІЇ ГІДРОПРИВОДУ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

З використанням методу імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink проведені дослідження гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією для виявлення впливу технологічного навантаження і подачі насоса на характер хвильових процесів.

Ключові слова: гідропривід поступального руху, довга напірна гідролінія, математична модель, середовище MATLAB Simulink, технологічне навантаження, подача насоса, хвильові процеси.

Abstract

Using the method of simulation modeling in the environment of MATLAB Simulink studies hydraulic translational motion with long pressure lines to identify the impact of technological TION-loading, and the nature of the pump wave processes.

Keywords: hydraulic drive of forward motion, long pressure hydroline, mathematical model, calculable structure, environment of MATLAB Simulink, process load, pump feed, wave processes.

Вступ

В деяких гідрофікованих машинах виконавчі органи знаходяться на значній відстані від насосної станції. Така конструкція машини може спричинити хвильові процеси в напірній гідролінії. В деяких випадках значні коливання тиску зменшують довговічність трубопроводів, гідроагрегатів, рукавів високого тиску та їх фітингів тощо.

Результати дослідження хвильових процесів в гідроприводах машин висвітлені в роботах авторів [1 – 3]. В будівельних машинах і машинах для агропромислового та лісозаготівельного комплексів можуть відбуватися різкі зміни технологічного навантаження і подачі робочої рідини у гідродвигун виконавчого органу. Тому, на думку авторів цього дослідження, виявлення впливу вищезгаданих факторів на появу і перебіг хвильових процесів в гідроприводі є актуальним. Таким чином, *метою роботи* є виявлення впливу ступінчастої зміни величин технологічного навантаження і подачі насоса на характер хвильових процесів в довгих напірних лініях гідроприводів.

Результати досліджень

Дослідження проводились за допомогою математичного моделювання в середовищі MATLAB Simulink. Розрахункова схема гідроприводу з довгою напірною гідролінією, припущення, за яких розроблялась математична модель, рівняння математичної моделі, прийняті в цих рівняннях позначення наведені в роботі [4].

Структурна схема математичної моделі досліджуваного гідроприводу і обчислювальна структура для імітаційного моделювання в програмному наведені в роботі [5].

Дослідження проводилось за таких незмінних параметрів гідропроводу: $W_н = 1{,}8\cdot10^{-3}$ м^3; $W_ц = 1{,}0\cdot10^{-3}$ м^3; $f_p = = 1\cdot10^{-4}$ м^2 ; $d_m = 2\cdot10^{-2}$ м ; $b = 2000$ Н·с/м; $F_ц = 5\cdot10^{-3}$ м^2; $\beta = 0{,}625\cdot10^{-9}$ м^2/Н; $\delta_m = 1{,}8\cdot10^{-3}$ м; $\rho = 912$ кг/м^3; $\mu = 0{,}79$; $\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = \xi_5 = \xi_6 = \xi = 3\cdot10^3$ кг/ м^3·с; $n = 6$.

Інші параметри варіювались з метою виявленням їх впливу на характер хвильових процесів.

На рис. 1 і рис. 2 показані отримані імітаційним моделюванням приклади графіків часових характеристик хвильових процесів у напірній магістралі гідроприводу. Хвильові процеси, в даному випадку, спричинені збуреннями у вигляді ступінчастої зміни технологічного навантаження T від 0 до 5 кН за сталої

подачі насоса 60 л/хв. (рис. 1) і ступінчастою зміною подачі насоса $Q_н$ від 30 л/хв. до 120 л/хв. за сталого технологічного навантаження 5 кН (рис. 2). Порівняння графіків показує, що тривалість хвильового процесу і частота коливань не залежать від характеру збурення (ступінчастої зміни T чи $Q_н$).

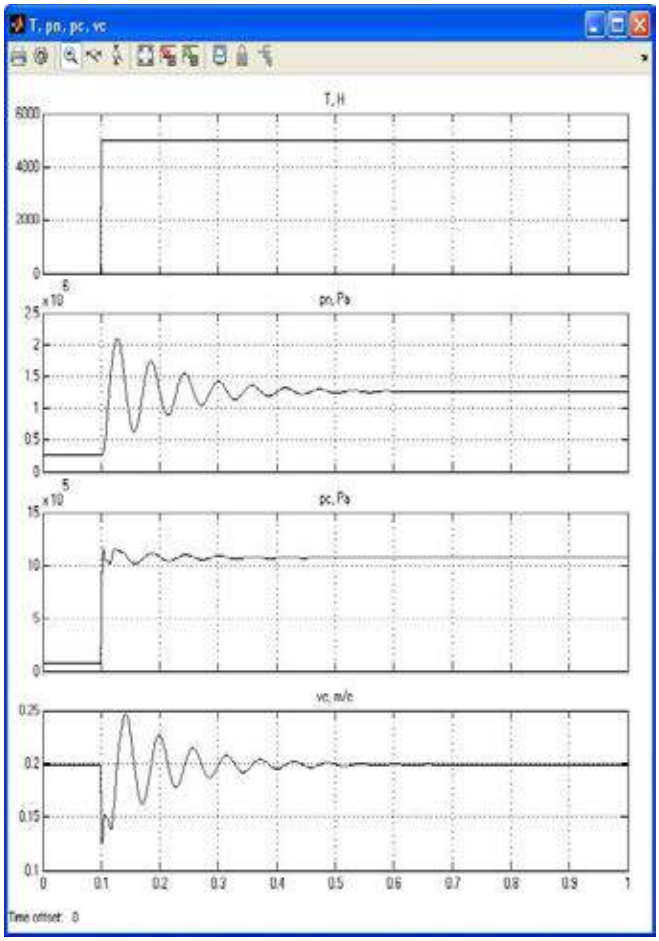


Рис. 1. Перехідний процес, спричинений ступінчастою зміною технологічного навантаження T від 0 до 5 кН: зверху вниз — технологічне навантаження T; тиск на виході насоса $p_н$; тиск в гідроциліндрі $p_ц$; швидкість руху об'єкта керування v

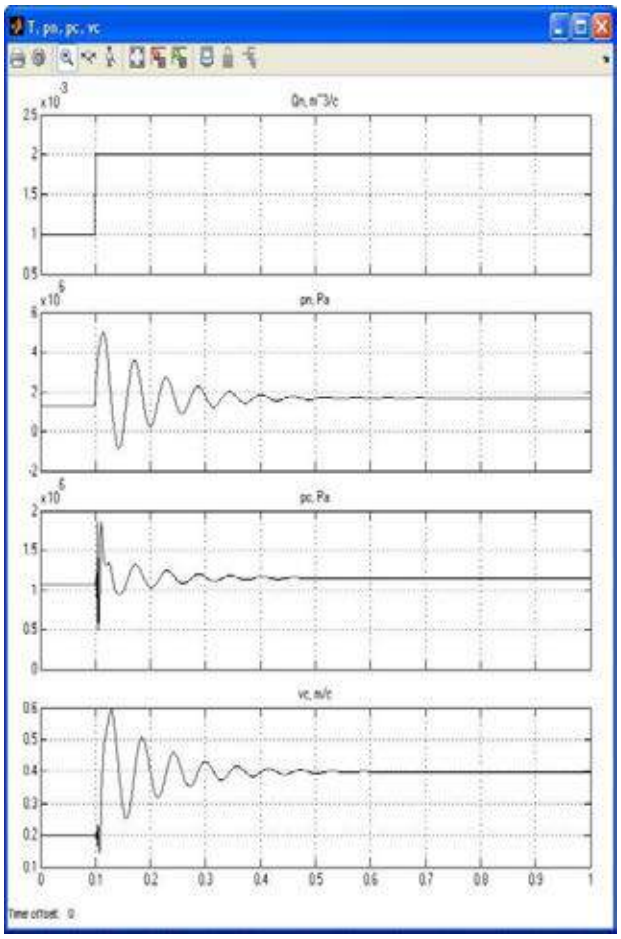


Рис. 2. Перехідний процес, спричинений ступінчастою зміною подачі насоса від 30 л/хв. до 120 л/хв: зверху вниз — подача насоса $Q_н$; тиск на виході насоса $p_н$; тиск в гідроциліндрі $p_ц$; швидкість руху об'єкта керування v

На рис. 3 показаний графік залежності максимальної амплітуди коливань тиску на виході насоса від величини технологічного навантаження T. У даному імітаційному експерименті перехідний процес спричинявся ступінчастою зміною подачі насоса від 20 л/хв до 80 л/хв. З графіка видно, що величина технологічного навантаження не впливає на максимальну амплітуду коливань тиску. На рис. 4 показаний графік залежності максимальної амплітуди коливань швидкості робочої рідини в кінцевій ділянці гідролінії від величини технологічного навантаження T. Очевидно, що величина технологічного навантаження не впливає і на максимальну амплітуду коливань швидкості робочої рідини.

Досліджувався вплив величини стрибка технологічного навантаження на максимальну амплітуду коливань тиску на виході насоса ($A_{\max}(p_н)$. В реальній машині такий стрибок може виникати, коли робочий орган, наприклад ківш екскаватора, врізається в ґрунт. В імітаційному експерименті нижнє граничне значення технологічного навантаження становило 0 кН. Верхнє граничне значення змінювалось від 2,5 кН до 60 кН. Графік отриманої залежності показаний на рис. 5. З графіка видно, що величина $A_{\max}(p_н)$ прямо пропорційна величині стрибка ΔT технологічного навантаження. Досліджувався також вплив величини стрибка ΔT на максимальну амплітуду коливань швидкості робочої рідини в кінцевій ділянці гідролінії. Графік отриманої залежності показаний на рис. 6. Очевидно, що максимальна амплітуда коливань швидкості робочої рідини також прямо пропорційно залежить від величини стрибка технологічного навантаження.

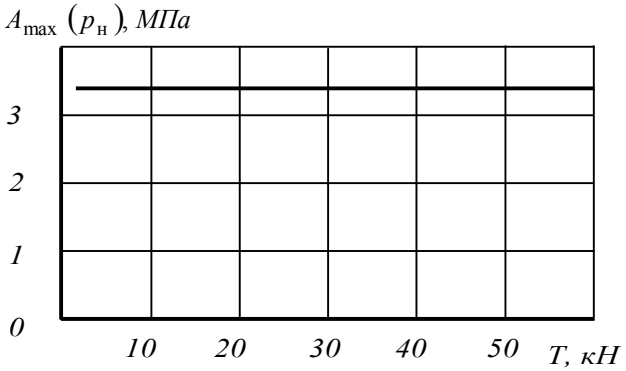


Рис. 3. Вплив величини технологічного навантаження T на максимальну амплітуду коливань тиску на виході насоса (перехідний процес спричинений ступінчастою зміною подачі насоса від 20 до 80 л/хв.)

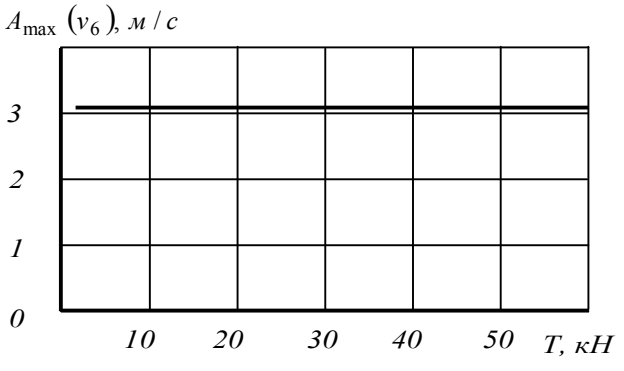


Рис. 4. Вплив величини технологічного навантаження T на максимальну амплітуду коливань швидкості руху робочої рідини на виході напірної гідролінії (перехідний процес спричинений ступінчастою зміною подачі насоса від 20 до 80 л/хв.)

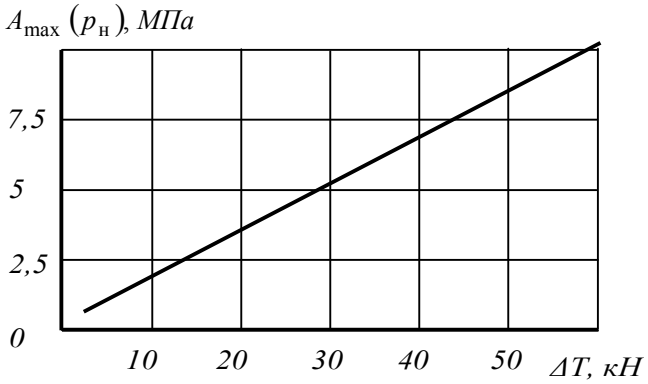


Рис. 5. Вплив величини стрибка технологічного навантаження ΔT на максимальну амплітуду коливань тиску на виході насоса

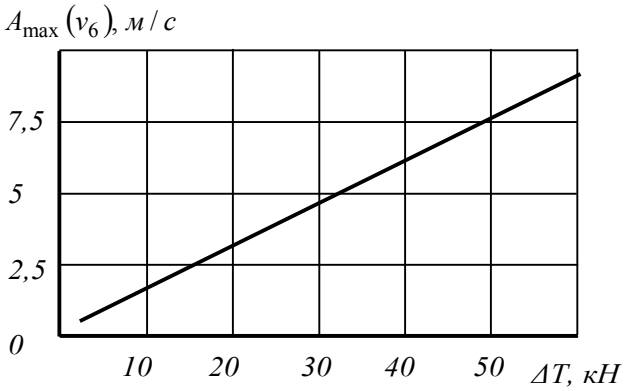


Рис. 6. Вплив величини стрибка технологічного навантаження ΔT на максимальну амплітуду коливань швидкості руху робочої рідини на виході напірної гідролінії

Проведені дослідження впливу величини стрибка подачі насоса $\Delta Q_н$ на максимальну амплітуду коливань тиску на виході насоса $A_{max}(p_н)$ і на максимальну амплітуду коливань швидкості робочої рідини в кінцевій ділянці гідро лінії. Нижнє граничне значення подачі насоса складало 20 л/хв. Верхнє граничне значення змінювалось від 30 л/хв. до 80 л/хв. З графіка (рис. 7) видно, що величина $A_{max}(p_н)$ прямо пропорційна величині стрибка $\Delta Q_н$ подачі насоса. Максимальна амплітуда коливань швидкості робочої рідини також прямо пропорційно залежить від величини стрибка подачі насоса (рис. 8).

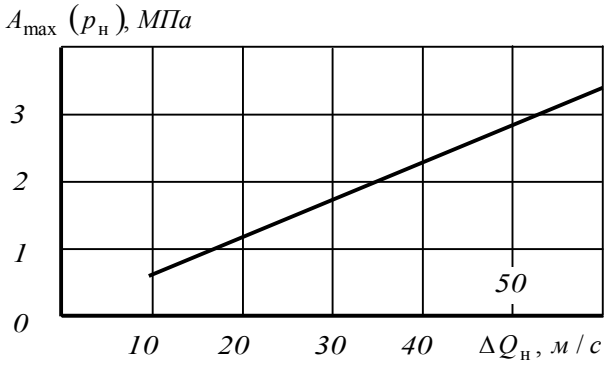


Рис. 7. Вплив величини стрибка подачі насоса $\Delta Q_н$ на максимальну амплітуду тиску на виході насоса (перехідний процес спричинений ступінчастою зміною подачі насоса)

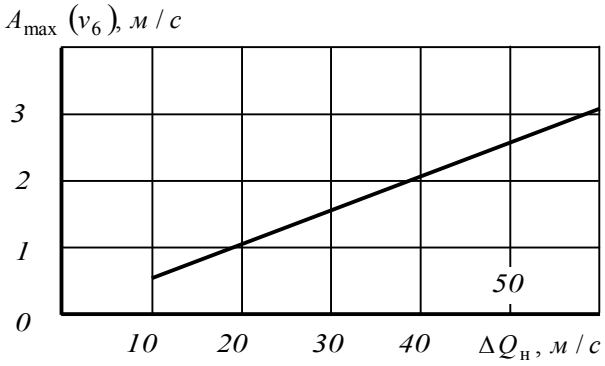


Рис. 8. Вплив величини стрибка подачі насоса $\Delta Q_н$ на максимальну амплітуду швидкості робочої рідини на виході напірної гідролінії (перехідний процес спричинений ступінчастою зміною подачі насоса)

Висновки

В результаті проведення імітаційних досліджень гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідро лінією встановлено, що:

1) величина усталеного технологічного навантаження в хвильовому процесі не впливає на максимальну амплітуду коливань тиску і на максимальну амплітуду коливань швидкості робочої рідини;

2) максимальна амплітуда коливань тиску і максимальна амплітуда коливань швидкості робочої рідини прямо пропорційні величині стрибка технологічного навантаження;

3) максимальна амплітуда коливань тиску і максимальна амплітуда коливань швидкості робочої рідини прямо пропорційні величині стрибка подачі насоса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов Д. Н. Нестационарные гидромеханические процессы / Д. Н. Попов – М. : Машиностроение, 1982. – 240 с.

2. Навроцкий К. Л. Комбинированный метод расчета волновых процессов в длинных гидролиниях объёмных гидроприводов / К. Л. Навроцкий // Вестник машиностроения. – 1982. – № 2. – С. 42–49.

3. Тарко Л. М. Переходные процессы в гидравлических механизмах / Л. М. Тарко. – М. : Машиностроение, 1973. – 163 с.

4. Математична модель для імітаційного дослідження в середовищі MATLAB Simulink гідравлічного приводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 3. – С. 108–115.

5. Моделювання гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, О. В. Черноволик // Тези доповідей ІІ-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Гідро- та пневмоприводи машин», м. Вінниця, 15-16 листопада 2016 р. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – С. 156–159.

Дерібо Олександр Володимирович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Deribo Oleksandr — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 62-822

О. В. Дерібо
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
В. І. Гуцалюк
О. В. Черноволик

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОВГОЇ НАПІРНОЇ ГІДРОЛІНІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ НА ХАРАКТЕР ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

З використанням методу імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink проведені дослідження гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією для виявлення впливу конструктивних параметрів напірної гідролінії на характер хвильових процесів.

Ключові слова: гідропривід поступального руху, довга напірна гідролінія, конструктивні параметри, хвильові процеси.

Abstract

Using the method of simulation modeling in the environment of MATLAB Simulink studies hydraulic translational motion with long pressure lines to identify the impact of structural parameters pressure lines to the nature of wave processes.

Keywords: hydraulic translational motion, long Pressure line, design parameters, waves processes.

Вступ

В роботі [1, 2] показана актуальність дослідження хвильових процесів в гідроприводах поступального руху з довгою напірною гідролінією і запропонована математична модель такого приводу. На основі цієї моделі розроблена її структурна схема і обчислювальна структура для імітаційного моделювання в програмному середовищі MATLAB Simulink. Основними складовими гідроприводу, розглянутому в роботі [2], є насос постійної продуктивності, розподільник, гідроциліндр, запобіжний клапан, об'єкт керування. Деякі результати імітаційного дослідження такого приводу наведені в роботі [3].

Метою роботи є виявлення впливу конструктивних параметрів довгої напірної гідролінії гідроприводу поступального руху на характер хвильових процесів, спричинених різкою зміною технологічного навантаження.

Результати досліджень

Розрахункова схема гідроприводу з довгою напірною гідролінією, припущення, за яких розроблялась математична модель, прийняті позначення в її рівняннях наведені в роботі [3].

Структурна схема математичної моделі досліджуваного гідроприводу і обчислювальна структура для імітаційного моделювання в програмному середовищі MATLAB Simulink наведені в роботі [2].

Дослідження проводилось за таких незмінних параметрів гідропроводу: $W_н = 1{,}8\cdot10^{-3}$ м^3; $W_ц = 1{,}0\cdot10^{-3}$ м^3; $f_p = = 1\cdot10^{-4}$ м^2 ; $d_m = 2\cdot10^{-2}$ м ; $b = 2000$ Н·с/м; $F_ц = 5\cdot10^{-3}$ м^2; $\beta = 0{,}625\cdot10^{-9}$ м^2/Н; $\delta_m = 1{,}8\cdot10^{-3}$ м; $\rho = 912$ кг/м^3; $\mu = = 0{,}79$; $\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = \xi_5 = \xi_6 = \xi = 3\cdot10^3$ кг/ м^3·с; $n = 6$.

Інші параметри варіювались з метою виявленням їх впливу на характер хвильових процесів.

Діаграма розподілу максимальних і усталених значень тиску по ділянкам напірної гідролінії показана на рис. 1. Хвильовий процес, у даному випадку, спричинявся ступінчастою зміною технологічного навантаження T від 0 до 5 кН. З діаграми випливає, що найбільший тиск виникає на першій ділянці напірної гідролінії, тобто на виході з розподільника. З наближенням до гідроциліндра перерегулювання за тиском помітно зменшується. Що стосується розподілу коливань швидкості робочої рідини в напірній гідро лінії

(рис.2), то тут навпаки — найбільші відхилення значень швидкості рідини від усталеного спостерігаються в кінці гідролінії, тобто перед гідроциліндром.

Досліджувався також вплив довжини напірної гідролінії на тривалість хвильових процесів (рис. 3) і частоту коливань тиску і швидкості руху рідини (рис. 4). З цих графіків випливає, що тривалість хвильового процесу (час регулювання $t_р$) практично прямо пропорційно збільшується зі збільшенням довжини напірної гідролінії. Частота коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії також суттєво залежить від її довжини, а саме зі збільшенням довжини гідролінії частота коливань в хвильовому процесі зменшується.

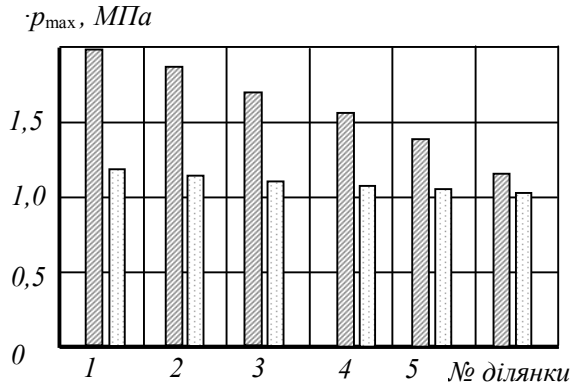


Рис. 1. Розподіл значень максимальних тиску ▨ і усталеного тиску □ по елементарних ділянках напірної гідролінії

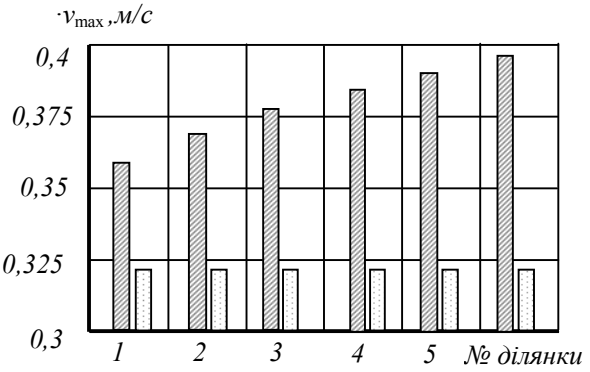


Рис. 2. Розподіл значень максимальної швидкості рідини ▨ і усталеної швидкості рідини □ по елементарних ділянках напірної гідролінії

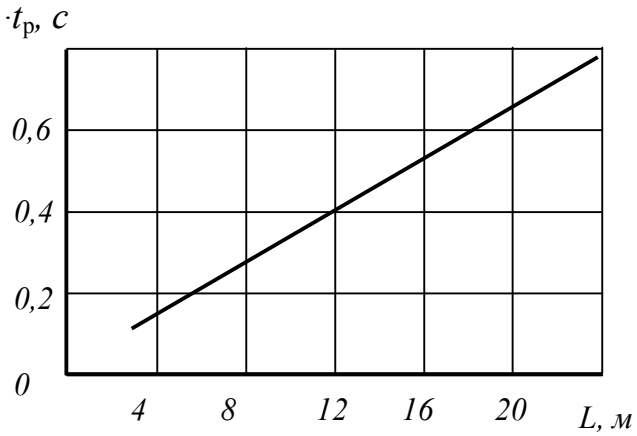


Рис. 3. Вплив довжини L напірної гідролінії на тривалість перехідного процесу

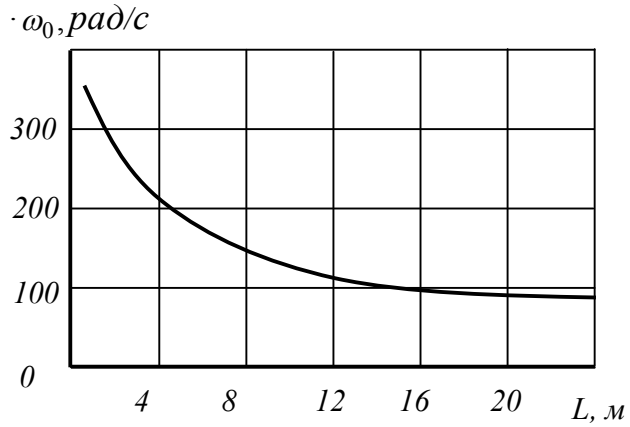


Рис. 4. Вплив довжини L напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини

В гідроприводах приведений модуль пружності E гідроліній може змінюватись, наприклад, за рахунок використання гнучких рукавів високого тиску (РВТ). Тому одним з етапів роботи був аналіз впливу цього параметра на характеристики хвильових процесів. На рис. 5 і рис. 6 показані графіки залежностей впливу приведеного модуля пружності на тривалість хвильових процесів і частоту коливань тиску і швидкості руху рідини відповідно. Очевидно, що збільшення приведеного модуля пружності зменшує тривалість хвильового процесу і збільшує частоту коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії.

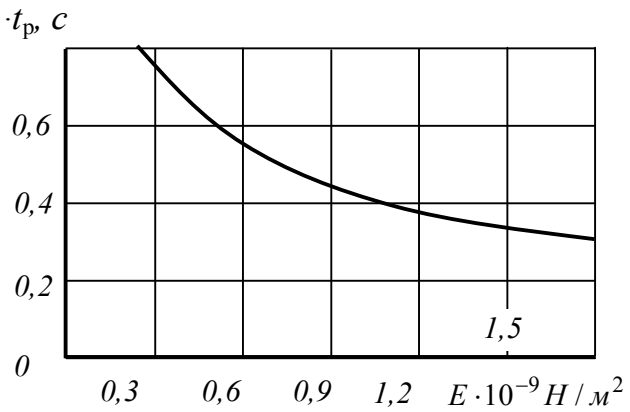


Рис. 5. Вплив приведеного модуля пружності E напірної гідролінії на тривалість перехідного процесу (L = 12 м)

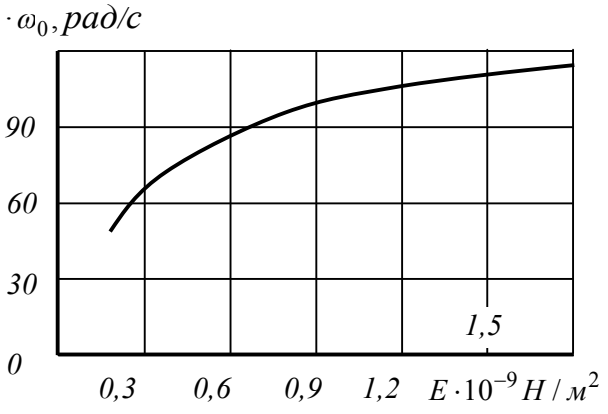


Рис. 6. Вплив приведеного модуля пружності E напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини

Висновки

1. З використанням методу імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink проведено дослідження гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією для виявлення впливу його параметрів на характер хвильових процесів, спричинених різкою зміною технологічного навантаження.

2. Встановлено, що найбільший тиск виникає на початку напірної гідролінії, тобто на виході з розподільника. З наближенням до гідроциліндра перерегулювання за тиском помітно зменшується. Найбільші відхилення значень швидкості рідини від усталеного спостерігаються в кінці гідролінії, тобто перед гідроциліндром.

3. Тривалість хвильового процесу практично прямо пропорційно збільшується зі збільшенням довжини напірної гідролінії. Частота коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії також суттєво залежить від її довжини, а саме зі збільшенням довжини гідролінії частота коливань в хвильовому процесі зменшується.

4. Збільшення приведеного модуля пружності зменшує тривалість хвильового процесу і збільшує частоту коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дусанюк Ж. П. Волновые процессы в гидросистемах с нелинейными упругими свойствами трубопровода : дис. … канд. техн. наук: 05.02.03. – Винница, 1989. – 250 с.

2. Математична модель для імітаційного дослідження в середовищі MATLAB Simulink гідравлічного приводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 3. – С. 108–115.

3. Моделювання гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, О. В. Черноволик // Тези доповідей ІІ-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Гідро- та пневмоприводи машин», м. Вінниця, 15-16 листопада 2016 р. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – С. 156–159.

Дерібо Олександр Володимирович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Гуцалюк Василь Іванович — студент групи 1ПМ – 16м факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Черноволик Олена Володимирівна — студентка групи 2СІ – 13б факультету комп'ютерних систем управління та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Deribo Oleksandr — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building, e-mail:deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building;

Repinskyi Serhii — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building;

Hutsalliuk Vasyl — Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Chernovolyk Olena — Student of the Faculty for Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 681.5

В. А. Ковальчук

ГІДРОПРИВОД ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА ЗІ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено схему гідропривода термопластавтомата зі зворотнім зв'язком за тиском. Проведено ряд дослідів в результаті яких виявлено залежність частоти обертання гідромотора від зміни тиску в гідроприводі. Запропоновано алгоритм обробки вхідного сигналу зворотного зв'язку для корекції сигналу керування.

Ключові слова: *гідропривод, пропорційне керування, зворотній зв'язок за тиском.*

Abstract

Injection molding machine hydraulic drive with pressure feedback was presented. As a result of a number of experiments, the hydraulic motor rotational frequency dependence on the hydraulic drive pressure changes was discovered. The feedback signal processing algorithm for the control signal correction was presented.

Key words: *hydraulic drive, proportional control, pressure feedback.*

Вступ

Значна частина деталей з пластмас виготовляється за допомогою інжекційного лиття в термопластавтоматах [1]. Під час роботи гідропривода термопластавтомата часто виникає потреба скоректувати технологічні параметри виготовлення деталей для усунення браку чи для переналаштування на виготовлення нової деталі [2]. Тому система керування гідропривода ТПА повинна бути чутливою до параметрів процесу лиття, що можливо реалізувати завдяки зворотнім зв'язкам за тиском та потоком.

Метою роботи є підвищення якості виготовлення деталей на термопластавтомата шляхом розробки алгоритму обробки сигналів зворотного зв'язку за тиском в гідроприводі термопластавтомата.

Результати дослідження

У вінницькому національному технічному університеті розроблено експериментальний стенд, що дозволяє проводити дослідження гідропривода ливарного механізму ТПА з пропорційним програмним керуванням. Стенд оснащено АЦП/ЦАП перетворювачем, та системою керування гідроприводом на основі програмованого мікроконтролера.

На етапі формування виробу (витримка під тиском) необхідно дотримуватися заданого профілю тиску (закону зміни тиску витримки) для чого в гідроприводі використано запобіжно-переливний клапан з програмним пропорційним керуванням від промислового логічного контролера.

При необхідності налаштування гідропривода передбачено можливість заміни гідроциліндра на гідромотор з тахогенератором, що дозволяє використовувати його для опосередкованого визначення витрати робочої рідини в гідродвигун.

Під час дослідження за допомогою АЦП/ЦАП перетворювача реєструвалися тиск на вході гідророзподільника та частота обертання вала гідромотор. Зворотній зв'язок в системі керування реалізований за сигналом тиску що сприймається і відповідним чином посилюється мікроконтролером (див рис 1.).

Опираючись на залежність напруги на обмотці пропорційного магніту та зусилля на його якорі в середовищі MATLAB Simulink було розроблено програму керування гідроприводом, відповідно до якої зусилля на магніті а, значить, і тиск на виході розподільника змінювався пропорційно до опорного сигналу.

Проте при використанні такої прямо-пропорційної залежності вихідної напруги на котушці пропорційного електромагніта від опорної величини тиску спостерігається падіння частоти обертання гідромотора при зростанні тиску в гідросистемі, при чому збільшення коефіцієнта перетворення сигналу зворотного зв'язку К веде лише до зростання частоти обертання за тієї ж величини тиску, але не

змінює характер кривої.

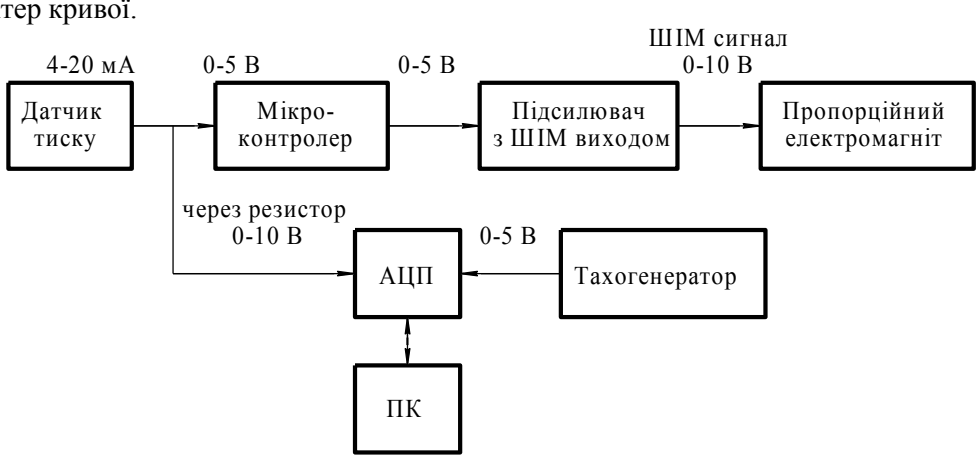


Рис. 1 Структурна схема системи керування зі зворотним звязком та реєстрації даних

Для розв'язку цієї проблеми в алгоритм програми керування додано коефіцієнт корекції вихідного сигналу K_1, який при низьких значення тиску не впливатиме на роботу гідропривода, а при зростанні тиску буде додатково підвищувати рівень напруги в котушці пропорційного електромагніта.

Висновки

Запропоновано алгоритм обробки зворотного сигналу по тиску з допомогою додаткового коефіцієнта корекції підсилення, що дозволило зменшити величину похибки стабілізації частоти обертання гідромотора

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Торнер Р.В. Оборудование заводов по переработке пластмасс / Р.В. Торнер, М.С. Акутин. – М. : Химия, 1986. – 400 с.
2. Козлов Л.Г. Розробка базової моделі мультирежимного регулятора тиску та потоку інжекційного вузла термопластавтомата / Л.Г Козлов, В.А. Ковальчук, М.В. Гесаль // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012.– №4(38).– С.61-65
3. Eriksson, Björn. A Novel Valve Concept Including the Valvistor Poppet Valve / Björn Eriksson, Jonas Larsson, Jan-Ove Palmberg // The Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, 2007. – С. 355–364.
4. .Гиберов З.Г. Механическое оборудование заводов пластических масс / З.Г. Гиберов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1977. – 336 с.

Вадим Анатолійович Ковальчук – інженер навчально-наукового центру автоматизації виробництва та ЧПК- технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Леонід Геннадійович Козлов** – д-р. техн. наук, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

Kovalchuk Vadim A. – engineer of the new educational-scientific centre of industry automation and CNC technologies, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.

Scientific supervisor: **Kozlov Leonid G**. – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Chair of technologies and automation of the machine building, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.

УДК 621.39

Н. С. Семічаснова
П. І. Мазур

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ СИСТЕМ ДЛЯ РАДІОКЕРОВАНИХ ЛІТАКІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
Запропоновано та досліджено три випускних систем для радіокерованих літаків, які дали змогу оцінити поведінку літака в повітрі та забезпечити найкращі показники керування.
Ключові слова: резонанс, двигун внутрішнього згорання, двотактний двигун

Abstract
Proposed and investigated three vypusnyh systems for remote controlled aircraft that helped to evaluate the behavior of the aircraft in the air and ensure the best performance management.
Keywords*: resonance, the internal combustion engine, two-stroke engine*

Вступ

Виникає багато проблем пов'язаних при виборі випускної системи для радіокерованого літака, адже вона має бути надійною, легкою та досить простою у використанні та встановленні.

Залежно від типу двигуна літака, та електроніки, підбір ведеться за для того, щоб забезпечити найкращі показники для пілота та його стилю польоту, кожна з систем має свої характеристики, які забезпечують різну роботу двигуна, а це веде за собою різну поведінку літака у повітрі.

Метою роботи є вибір універсального типу випускної системи для радіокерованого літака, яка буде підходити для різних моделей і вирішуватиме певні проблеми з керуванням та поведінкою літака в повітрі.

Результати дослідження

Після вибору типу двигуна постає питання випускної системи. Існує три типи випускної системи для радіокерованого літака такі як: "резонансна труба", "полум'ягасник" та "каністра". Кожна з них має свої переваги та недоліки.

Полум'ягасник є стандартним видом випускної системи літака, та найпростішим у будові та принципі дії. Перевагою стандартного полум'ягасника є: малі габарити, мала вага порівняно з іншими типами, та простота встановлення, але недоліком такої системи є те що з нею важко налаштувати двигун, робота супроводжується гучним звуком та викидом продуктів горіння.

Каністра це альтернативна версія між резонансною трубою та звичайним полум'ягасником. З цією системою двигун отримує приріст обертів та потужності. Випускна система типу каністра має більші габарити, вагу та не є легкою у встановленні, адже потребує певних пристосувань. Проте перевагою є підвищення потужності двигуна приблизно на 200-300 об/хв, та гарний звук, що подобається як пілоту який керує літаком так і глядачам що спостерігають за ним.

Резона́нс – явище сильного зростання амплітуди вимушеного коливання у разі, коли частота зовнішньої сили збігається з власною частотою коливань. Резонансна труба складається з: колектору, дифузору, циліндричної частини, дефлектору та випускного патрубку. Ідеальна резонансна труба повинна мати злегка розбіжну трубу колектора, щоб підтримувати високу швидкість вихлопних газів біля вихлопного отвору.

Резонансна труба дає приріст обертів та потужності в певному діапазоні, є доцільною при різкому стиль пілотування літаком, для різкого збільшення потужності, проте недоліком є найбільші габарити серед усіх типів, майже у двічі важча та потребує навичок та розрахунків під час встановлення. Головним недоліком цієї системи є вартість та вага системи, тому її не доцільно використовувати на літаках менших за 2 метри.

Висновки

Кожен пілот залежно від свого стилю керування, типу обраного літака та власних можливостей обирає систему яка найдоцільніше виконає усі вимоги, що будуть поставлені. Під час результатів дослідження я випробував усі три типи систем. Якщо це тренувальний літак де основою є вивчення комплексу фігур та поведінки у повітрі то доцільніше використовувати звичайний полум'ягасник, адже він знизить вартість моделі та вагу. Проте з ним не досягти максимальних показників потужності двигуна. Якщо збирати літак професійного рівня з деревини, доцільним буде встановлення двигуна меншого об'єму та резонансної системи, підвищити потужність якого можна буде завдяки резонансу. Але така модель має свій недолік в симетричності відносно зміни температури. При виборі літака з композитних матеріалів він не змінює властивостей від температури навколишнього середовища, проте має більшу вагу, і щоб знизити її доцільним буде встановлення типу каністри, що дасть відносно не велику вагу, та приріст в потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жидков Сергей. Секреты высоких скоростей моделей самолетов, ДОСААФ, (1992).
2. Дьяков А.В. «Радиоуправляемые автомодели» 2010г.

Павло Ігорович Мазур **–** студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:dj-definite@yandex.ua;

Науковий керівник: ***Наталія Степанівна Семічаснова*** **–** старший викладач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Mazur Paul I.– student of Faculty Machinebuilding & Transpor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dj-definite@yandex.ua;

Supervisor: ***Semichasnova Nataliy S.*** – senior lecturer of Department of Machine-Building Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.7 : 519.85

В. А. Подоляк
Є. С. Гарбуз
О. В. Чорний

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЕКСЦЕНТРИКОВОГО КУЛАЧКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Представлена комп'ютерна програма, яка дозволяє розраховувати конструктивні параметри кулачка для ексцентрикових затискних пристроїв верстатних пристосувань.
Ключові слова: верстатне пристосування, затискний пристрій, комп'ютерна программа, ексцентрик.

Abstract
The method for determining the quantitative content mixing liquefied petroleum gas, thus improving the overall accuracy by of temperature on the measurement results of quantitative content components of liquefied petroleum gas.
Keywords: tool accessories, clamping device, computer program, eccentric.

Вступ

У конструкціях верстатних пристосувань для закріплення деталей будь-яких форм використовуються ексцентрикові затискні пристрої. Такі затискні пристрої являють собою ексцентрик, обладнаний рукояткою або іншим приводом, за допомогою яких він приводиться в рух і діє на об'єкт закріплення. Основним рухом ексцентрика є поворот зовнішньої поверхні, що зумовлює дію на закріплений об'єкт за рахунок збільшення радіуса в точці контакту. До складу ексцентрикових затискних пристроїв входять ексцентрикові кулачки, опори під них, цапфи, рукоятки та інші елементи [1,2]. Актуальною є задача спростити процес розрахунку та вибору параметрів елементів ексцентрикових затискних пристроїв, що дозволить ефективніше проектувати та експлуатувати верстатні пристосування в умовах зміни виробництва.

Метою роботи є розробка та впровадження у навчальний процес і виробництво програми для автоматизації розрахунків параметрів кулачка ексцентрикового затискного пристрою.

Результати дослідження

Найбільшого поширення серед форм ексцентрикових кулачків отримали круглі ексцентрики, оскільки вони найпростіші у виготовленні. Круглий ексцентрик являє собою диск або валик, що повертається навколо осі, зміщеної відносно геометричної осі ексцентрика на деяку величину, яку називають ексцентриситетом *e*. Авторами розроблено програму «Розрахунок параметрів ексцентрика», що призначена для розрахунку конструктивних параметрів круглого ексцентрикового кулачка (рис. 1).

Для розрахунку визначено поле вхідних даних, якими є: сила закріплення заготовки, допуск на розмір заготовки від її установної бази до місця прикладання сили закріплення, кут повороту ексцентрика, зазор вільного введення заготовки, запас ходу ексцентрика, жорсткість затискного пристрою, допустиме напруження стиснення, допустиме напруження в місці контакту. Для зручності введення даних, поля для їх введення містять підписи одиниць вимірювання. Також у інтерфейсі програми представлено схематичне зображення ексцентрикового кулачка.

Після введення вхідних даних результати розрахунку параметрів ексцентрика з'являються автоматично. Такими параметрами є: величина ексцентриситету, радіус ексцентриситету, радіус ексцентрика, радіус кола тертя, ширина робочої частини ексцентрика, найбільший момент на рукоятці ексцентрика. Для зручності поля з результатами розрахунків містять підписи одиниць вимірювання.

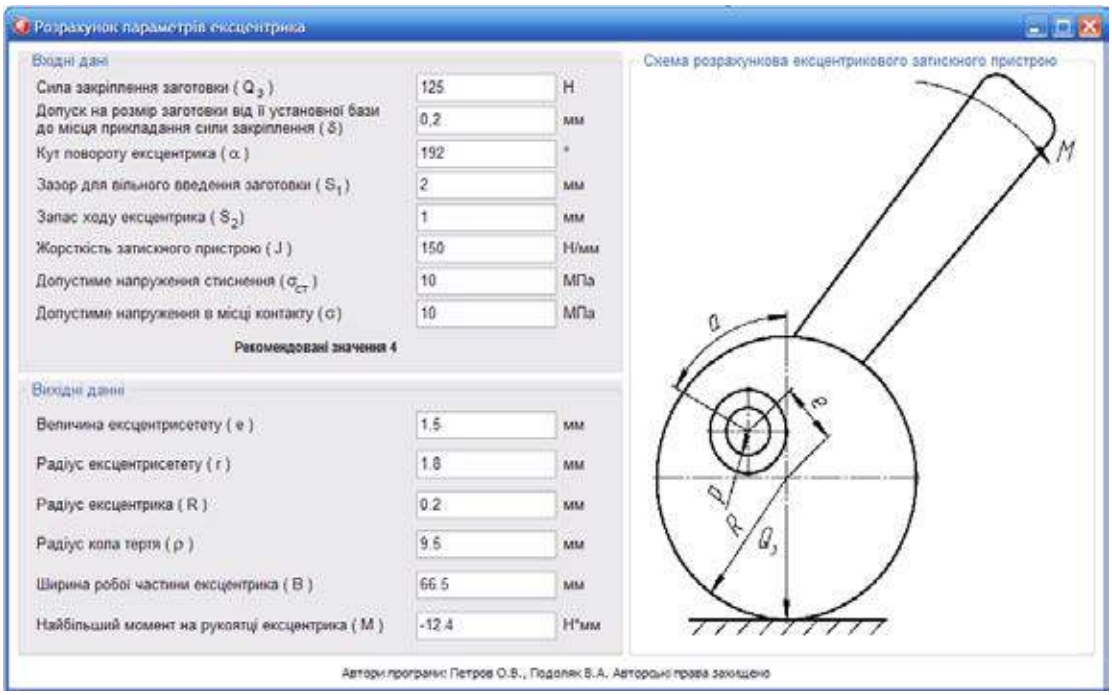


Рис. 1. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів ексцентрикового кулачка

Висновки

Розроблено комп'ютерну програму для визначення параметрів ексцентрикового кулачка, що дозволяє зменшити час проектних чи перевірочних розрахунків ексцентрикових затискних пристроїв верстатних пристосувань для умов навчального процесу та потреб реального виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие для студентов вузов машиностроительных спец. / Горохов В. А. – Мн. : Выш. школа, 1986. – 238 с.

2. Станочные приспособления : справочник в 2 т. / редкол. : Вардашкин Б. Н. (председатель) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 1 / [под ред. Вардашкина Б. Н., Шатилова А. А.]. – 1984. – 692 с.

Подоляк Віталій Анатолійович — студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Гарбуз Євгеній Сергійович — студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Чорний Олександр Валентинович — студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: ***Петров Олександр Васильович*** — канд техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Podoliak Vitalii A. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Harbuz Yevhenii S. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Chornyi Oleksandr V. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: ***Petrov Oleksandr V.*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.7 : 519.85

В. А. Подоляк
В. В. Тарасюк
С. О. Гундерчук

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЗАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ З ГІДРОПЛАСТМАСОЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Представлена комп'ютерна програма, яка дозволяє розраховувати конструктивні параметри оправки з гідропластмасою у затискних пристроях верстатних пристосувань.
Ключові слова: верстатне пристосування, затискний пристрій, комп'ютерна программа, гідропластмаса.

Abstract
Presented computer program that allows to calculate the design parameters of the cam eccentric clamping devices for machine tool adaptations.
Keywords: tool accessories, clamping device, computer program, hydroplastic.

Вступ

У технологічному оснащенні процесів механічної обробки для установлення заготовок по зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхнях часто використовуються центрувальні затискні пристрої, які виконують одночасно функції установних та затискних елементів. Такі пристрої рухомі у напрямі закріплення заготовки, але при цьому зберігають установні властивості з достатньою точністю. До центрувальних затискних пристроїв відносять: цанги, розтискні оправки, мембранні патрони, затискні втулки з гідропластмасою. Для умов автоматизованого виробництва однією із основних вимог є швидкодія спрацювання затискного пристрою, що характерне для затискних пристроїв з гідропластмасою [1,2].

Метою роботи є розробка та впровадження у навчальний процес і виробництво програми для автоматизації розрахунків параметрів затискного пристрою з гідропластмасою, зокрема оправки.

Результати дослідження

У оправці з гідропластмасою виконана замкнена порожнина, де знаходиться мінеральне мастило або гідропластмаса, яка в результаті дії зовнішньої сили створює гідростатичний тиск, що рівномірно передається на всі стінки порожнини оправки. Авторами розроблена програма «Розрахунок параметрів оправки з гідропластмасою», що призначена для розрахунку конструктивних параметрів оправки з гідропластмасою.

Для розрахунку визначено поле вхідних даних, якими є: номінальний діаметр втулки, довжина тонкостінної частини втулки, довжина робочої частини втулки. Також у програмі передбачено вибір поверхні втулки для закріплення. Тобто у випадку, якщо закріплення відбуватиметься по внутрішній поверхні, то вибирається відповідний перемикач і додатково вводяться вхідні дані: діаметр деталі максимальний та діаметр втулки мінімальний. А у випадку, якщо закріплення відбуватиметься по зовнішній поверхні, то вибирається відповідний перемикач і додатково вводяться вхідні дані: діаметр втулки максимальний та діаметр деталі мінімальний. Для зручності введення даних, поля для їх введення містять підписи одиниць вимірювання. Також у інтерфейсі програми представлено схематичне зображення оправки з гідропластмасою, на якому автоматично відображаються значення введених величин: номінальний діаметр втулки, довжина тонкостінної частини втулки, довжина робочої частини втулки.

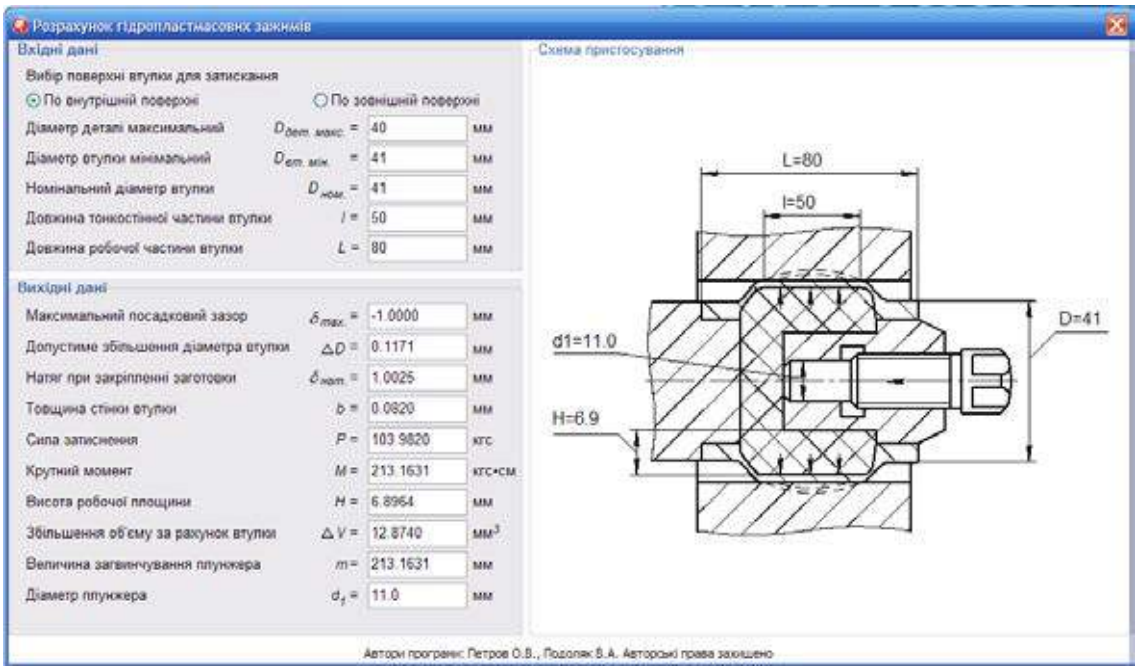


Рис. 1. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів затискного пристрою з гідропластмасою

Після введення вхідних даних результати розрахунку конструктивних параметрів оправки з гідропластмасою з'являються автоматично. Такими параметрами є: максимальний посадковий зазор, допустиме збільшення діаметра втулки, натяг при закріпленні заготовки, товщина стінки втулки, сила закріплення, крутний момент, висота робочої площини, збільшення об'єму за рахунок втулки, величина загвинчування плунжера та діаметр плунжера. Додатково на графічному зображенні оправки з гідропластмасою з'являються значення ще двох величин: висота робочої площини та діаметр плунжера. Для зручності поля з результатами розрахунків містять підписи одиниць вимірювання.

Висновки

Розроблено комп'ютерну програму для визначення параметрів оправки з гідропластмасою, що дозволяє підвищити ефективність проектування затискних пристроїв з гідропластмасою за рахунок зменшення часу розрахунків та аналізу отриманих результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие для студентов вузов машиностроительных спец. / Горохов В. А. – Мн. : Выш. школа, 1986. – 238 с.

2. Станочные приспособления : справочник в 2 т. / редкол. : Вардашкин Б. Н. (председатель) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 1 / [под ред. Вардашкина Б. Н., Шатилова А. А.]. – 1984. – 692 с.

Подоляк Віталій Анатолійович — студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Тарасюк Володимир Вікторович — студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Гундерчук Сергій Олександрович — студент групи 1ІМ-15мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: ***Петров Олександр Васильович*** — канд техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Podoliak Vitalii A. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Tarasiuk Volodymyr V. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Hunderchuk Serhii O. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: ***Petrov Olexandr V.*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.22

О. В. Петров

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОПРИВОДУ ЧУТЛИВОГО ДО НАВАНТАЖЕННЯ ПІД ЧАС РОБОТИУ В РЕЖИМІ ЗАХИСТУ ВІД ПЕРЕВАНТЕЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто гідропривод чутливий до навантаженняна та визначено вплив конструктивних параметрів переливного клапана гідророзподільника на характеристики гідроприводу під час роботи у режимі захисту від перевантаження

Ключові слова: гідропривод чутливий до навантаження, гідророзподільник, час перехідного процессу, перерегулювання за тиском, перевантаження.

Abstract

Presented hydraulic drive sensible to load and the influence of the design parameters of the relief valve of the directional control valve on the characteristics during operation mode overload protection.

Keywords: load sensing hydraulic drive, directional control valve, the transition process, pressure overshoot, overload.

Вступ

В промисловості Україні набувають розповсюдження мобільні робочі машини з гідроприводом, чутливим до навантаження (LS). Такі гідроприводі на базі нерегулюваного насоса забезпечують мінімізації втрат потужності за рахунок відповідності тиску насоса до суми тисків навантаженого гідродвигуна та зрівноважувального перепаду тиску, що утворюється за допомогою переливного клапана на робочому вікні розподільного золотника пропорційного гідророзподільника [1]. При сталій величині зрівноважувального перепаду тиску витрата гідродвигуна пропорційна відкриттю робочого вікна розподільного золотника гідророзподільника та не залежить від навантаження на гідродвигуні. Таким чином, у гідроприводах, чутливих до навантаження зменшуються втрати потужності, що по відношенню до виробленої потужності забезпечує підвищення ККД системи керування гідроприводом [2].

Особливості роботи гідроприводів, чутливих до навантаження ще потребують досліджень. Зокрема недостатньо вивчено питання забезпечення динамічних характеристик гідроприводу у різних режимах роботи. Розробка гідроприводу, що забезпечує необхідні характеристики у різних режимах роботи, є актуальною науково-технічною задачею.

Результати дослідження

На кафедрі ТАМ (ВНТУ) розроблено нову схему гідроприводу, чутливого до навантаження на базі мультирежимного гідророзподільника (рис. 1) [3]. Гідропривод складається з гідронасоса 1, мультирежимного гідророзподільника (МГР) 2, гідроциліндра 3 та бака 4. Мультирежимний гідророзподільник складається з робочої секції 5 та запобіжно-переливної секції 6. Робоча секція 5 містить: розподільний золотник 7 з пружиною 8, логічний клапан 9, канали 10 та 11, а також механізм двостороннього гідрозамка. Запобіжно-переливна секція 6 містить: переливний клапан 26, запобіжний клапан 27 та дросель 28. Переливний клапан 26 містить золотник 34, з осьовим 35 та радіальними отворами 36 та 37, плунжер 38, пружини 39 та 40, дросель 41 та допоміжний дросель 42. Запобіжний клапан 27 складається з золотника 46 та пружини 47. Також МГР має гідролінію нагнітання 48, гідролінію зливу 49, гідролінію керування 50, а також робочі гідролінії 51 та 52.

Гідропривод працює у чотирьох режимах: розвантаження гідронасоса, регулювання витрати гідродвигуна, максимальної витрати гідродвигуна та захисту від перевантаження. Переважну більшість часу гідропривод працює у режимах розвантаження гідронасоса та регулювання витрати гідродвигуна.

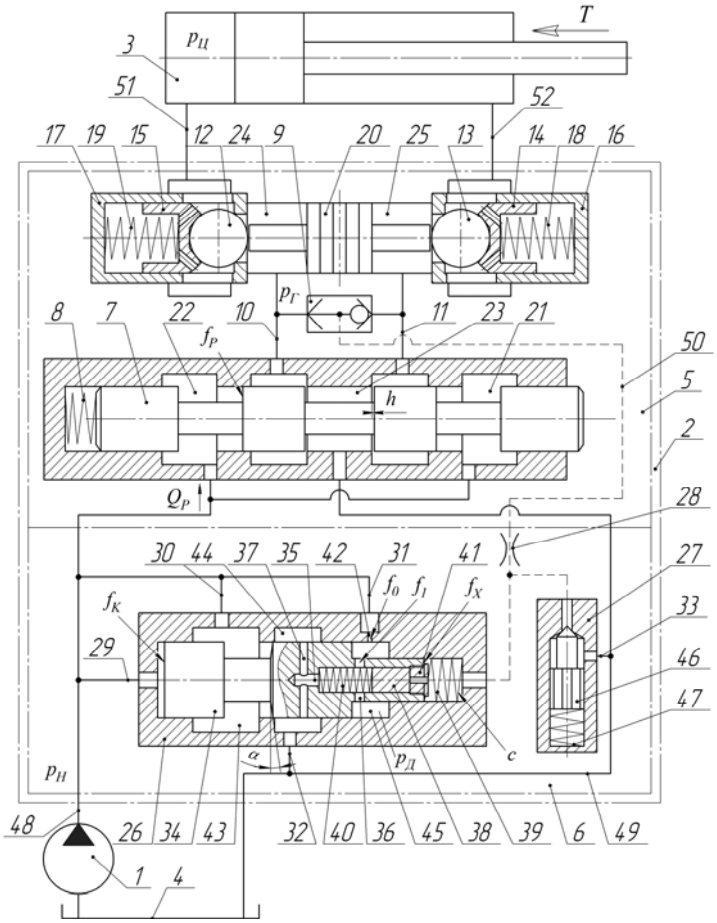


Рис. 1. Схема гідроприводу, чутливого до навантаження, на базі мультирежимного гідророзподільника

Значний інтерес представляє режим захисту від перевантаження, оскільки від необхідний безпечної експлуатації гідрообладнання та запобігання руйнації елементів гідропривоу. У режимі захисту гідропривоу від перевантаження розподільний золотник 7 МГР знаходиться у відкритому положенні, а на штоку гідроциліндра виникає непереборне навантаження *T*. При цьому шток гідроциліндра 3 зупиняється, тиск $p_Г = p_Ц$ значно збільшується, значення максимальної величини тиску керування $p_Г$ передається по гідролінії керування 50 до переливного клапана 26 та запобіжного клапана 27, в якому під дією цього тиску стискається пружина 47 і золотник 46 пропускає робочу рідину по каналу 33 до зливної гідролінії 49 у бак 4. Перед запобіжним клапаном 27 встановлений дросель 28, який забезпечує основний злив робочої рідини у вказаному режимі через робоче вікно переливного клапана 26, а не через набагато менше робоче вікно запобіжного клапана 27. При цьому злив робочої рідини через переливний клапан 26 відбувається із підтримкою постійної величини зрівноважувального перепаду тиску $\Delta p = p_H - p_Г$ на робочому вікні розподільного золотника 7 МГР.

Таким чином, при виникненні у гідроприводі максимальних значень тиску p_{Hmax} спрацьовуватимуть як запобіжний, так і переливний клапани. Тому в режимі захисту від перевантаження необхідно забезпечити вимоги до динамічних характеристик – величини перерегулювання за тиском σ та часу перехідного процесу *Tp*. Враховуючи те, що тривалість режиму захисту від перевантаження у порівнянні з іншими режимами набагато менша, то при дослідженнях немає необхідності враховувати температуру робочої рідини.

Для визначення характеру впливу параметрів системи керування гідпроприводу на формування величини тиску p_H під час роботи гідроприводу, розроблена його розрахункова схема та математична модель. Для розв'язання математичної моделі використано програму MATLAB [4].

Розглянемо вплив величини зрівноважувального перепаду тиску Δp на Tp та σ при умовах тиску на гідроциліндрі $p_Ц = 260 \cdot 10^5$ Па та витрати $Q_Ц = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ м^3/с (рис. 2).

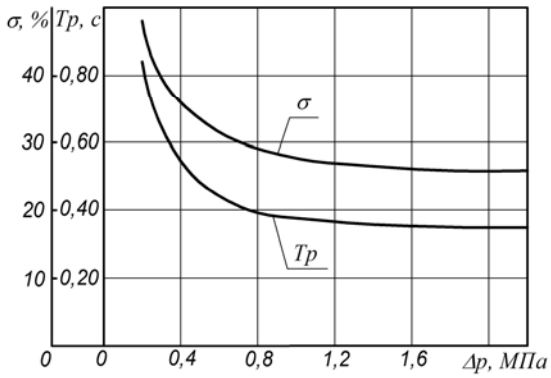


Рис. 2. Вплив величини Δp на Тр та σ

З рис. 2 видно, що величини Tp та σ зменшуються із збільшенням величини Δp.

При дослідженні вплив на динамічні характеристики гідроприводу конструктивних параметрів МГР розглядались такі параметри та діапазони їх змін: жорсткість пружини золотника переливного клапана $c = (1{,}2...2{,}5) \cdot 10^4$ Н/м, діаметр золотника переливного клапана $d_K = (12...24) \cdot 10^{-3}$ м, діаметр хвостовика золотника переливного клапана $d_X = (6...16) \cdot 10^{-3}$ м, діаметр золотника запобіжного клапана $d_S = (2...6) \cdot 10^{-3}$ м та величина кута конусну золотника запобіжного клапана $\gamma = 90...140°$.

На рис. 3.3 а) та б) представлено вплив конструктивних параметрів переливного c, d_K, d_X та запобіжного клапанів d_S, γ МГР на значення величини Tp та σ при умовах тиску на гідроциліндрі $p_Ц = 260 \cdot 10^5$ Па та витрати $Q_Ц = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ м^3/с.

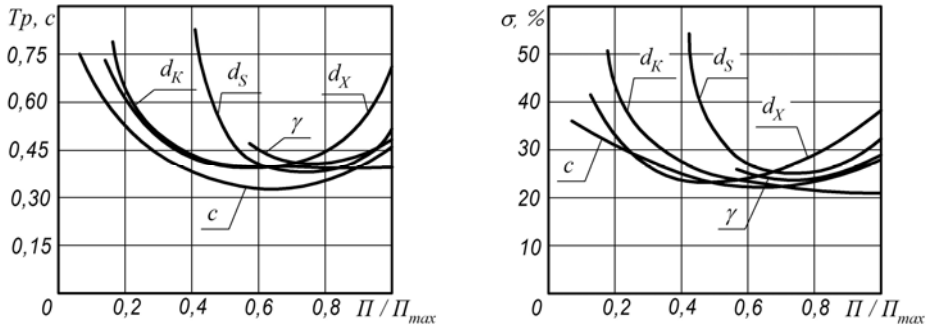


Рис. 3. Залежність значення Tp (а) та σ (б) від конструктивних параметрів переливного клапана МГР

З рис. 3 а) та б) видно, що конструктивні параметри переливного та запобіжного клапанів МГР неоднозначно впливають на значення Tp та σ. Значення $Tp < 0{,}5$ с та $\sigma < 30$ % забезпечується параметрами МГР у діапазонах: $c = (1{,}6...2{,}0) \cdot 10^4$ Н/м, $d_K = (18...22) \cdot 10^{-3}$ м, $d_X = (9...12) \cdot 10^{-3}$ м, $d_S = (4{,}8...5{,}6) \cdot 10^{-3}$ м та $\gamma = 120...140°$. Зафіксуємо значення $c = 1{,}8 \cdot 10^4$ Н/м, $d_S = 5 \cdot 10^{-3}$ м та $\gamma = 130°$.

Висновки

Під час роботи роботи гідроприводу, чутливого до навантаження на базі мультирежимного гідророзподільника в режимі захисту від перевантаження зменшення величини зрівноважу вального перепаду тиску Δp збільшує значення часу перехідного процесу Tp та величини перерегулювання за тиском σ. Крім того, значення Tp та σ залежать від конструктивних параметрів переливного та запобіжного клапанів МГР, і при значеннях жорсткості пружини золотника переливного клапана $c = 1{,}8 \cdot 10^4$ Н/м, діаметра золотника запобіжного клапана $d_S = 2{,}2 \cdot 10^{-3}$ м, кута конусну золотника запобіжного клапана $\gamma = 130°$, діаметра золотника переливного клапана $d_K = (18...22) \cdot 10^{-3}$ м, діаметра хвостовика золотника переливного клапана $d_X = (9...12) \cdot 10^{-3}$ м забезпечуються Тр < 0,5 с та σ < 30 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондарь В. А. Система Load-Sensing в сельскохозяйственной технике / В. А. Бондарь // Вибрации в технике и технологиях. – 2003. – № 4 (30). – С. 19–25.

2. Васильев Л. В. Современные требования к гидросистемам сельскохозяйственных тракторов / Л. В. Васильев // Тракторы и сельскохозяйстренные машины. – 2004. – № 1. – С. 20–25.

3. Козлов Л. Г. Енергоощадний гідропривод, чутливий до навантаження, на базі мультирежимного гідророзподільника / Л. Г. Козлов, О. В. Петров // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012. – № 2(36). – С. 77–80.

4. Мультирежимний LS-гідропривод на базі пропорційного гідророзподільника : монографія / Ю.А. Бурєнніков, Л.Г. Козлов, О.В. Петров. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 152 с.

Петров Олександр Васильович — канд техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Науковий керівник: ***Козлов Леонід Геннадійович*** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Petrov Olexandr V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: ***Kozlov Leonid G.*** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.01(75)

О. В. Дерібо
Ж. П. Дусанюк
Ю. М. Перебейніс
О. Е. Железняк

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄТА УТОЧНЕННЯ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ ТОНКИМ РОЗТОЧУВАННЯМ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз точності обробки на прикладі тонкого розточування отвору в заготовки корпусній деталі. Це дозволило виявити рівень впливу елементарних похибок на точність обробки і визначити коефіцієнт уточнення.

Ключові слова: механічна обробка, точність, тонке розточування, коефіцієнт уточнення.

Abstract

The analysis of precision machining to fine example of boring holes in the blanks case details revealed. This level of exposure elementary errors in precision machining and determine the rate of clarification.

Keywords: machining, precision fine boring coefficient clarification.

Вступ

Однією з основних характеристик технологічного переходу механічної обробки є коефіцієнт уточнення, який згідно з [1] визначається співвідношенням

$$K_{\text{у}_i} = \frac{T_{i-1}}{T_i}, \tag{1}$$

де T_i — допуск розміру, який забезпечується на певному (i — му) переході; T_{i-1} — допуск розміру, який забезпечується на попередньому переході.

Очевидно, що для конкретних умов обробки коефіцієнт уточнення може буди визначений за формулою

$$K_{\text{у}_i} = \frac{\varepsilon_{\Sigma i-1}}{\varepsilon_{\Sigma i}}, \tag{2}$$

де $\varepsilon_{\Sigma i}$ — сумарна похибка, яка виникає під час обробки на i — му переході; $\varepsilon_{\Sigma i-1}$ — сумарна похибка, яка виникає під час обробки на попередньому переході.

Величина ε_Σ залежить від низки незалежних одна від одної (елементарних) похибок.

Згідно з [2] ε_Σ на діаметральні розміри можна знайти за формулою

$$\varepsilon_\Sigma = \frac{2}{K}\sqrt{(K_2\varepsilon_{\text{н}})^2 + (K_3\varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_4\varepsilon_{\text{і}})^2 + (K_5\varepsilon_{\text{в}})^2 + (K_6\varepsilon_{\text{т}})^2} \tag{3}$$

де $\varepsilon_{\text{н}};\varepsilon_{\text{пд}};\varepsilon_{\text{і}};\varepsilon_{\text{в}};\varepsilon_{\text{т}}$ — похибки, що зумовлені відповідно: неточністю налагодження верстата; пружними деформаціями елементів технологічної системи під дією сили різання; розмірним зносом різального інструмента; геометричною неточністю верстата; тепловими деформаціями технологічної сис-

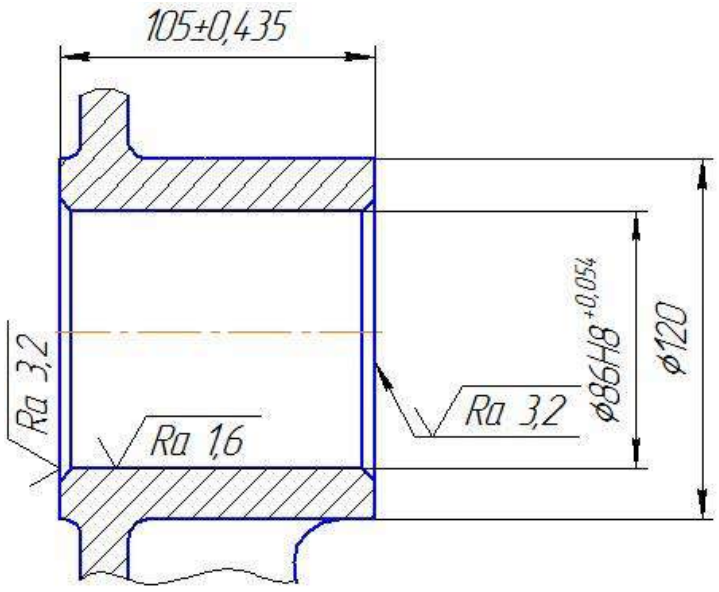
теми; $\frac{1}{K}$ — коефіцієнт, який залежить від бажаної гарантованої імовірності роботи без браку; $K_2 = K_3 = 1$, $K_4 = K_5 = K_6 = 1{,}73$ — коефіцієнти, величини яких залежать від виду закону розподілу відповідних елементарних похибок.

Мета роботи — виявлення впливу елементарних похибок на точність тонкого розточування і визначення коефіцієнта уточнення

Дослідження виконувались на прикладі механічної обробки заготовки корпусної деталі.

Результати дослідження

Визначено елементарні похибки і сумарну похибку розміру отвору $Ø86H8(^{+0,054})$ мм, що виникають в результаті тонкого розточування на свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті (рисунок).



Ескіз обробки

Прийнято такі технологічні умови:

1) тонке розточування виконується після чистового розточування, яке забезпечує розмір отвору за *IT*9 (для прийнятого номінального розміру величина допуску складе 87 мкм [3]);

2) партія заготовок у кількості 50 шт. обробляється на настроєному верстаті без піднастроювання.

3) настроювання інструмента (розточувальної оправки) на розмір обробки відбувається поза верстатом з використанням оптичного приладу типу БВ-2015;

4) матеріал різальної частини інструмента — Композит 10.

5) матеріал заготовки — чавун СЧ18.

Похибка настроєння $\varepsilon_н$ можна визначити за формулою [1]

$$\varepsilon_н = \sqrt{\left(K_р \varepsilon_р\right)^2 + \left(\frac{K_{вм}\varepsilon_{вм}}{2}\right)^2} \qquad (4)$$

де $\varepsilon_р$ і $\varepsilon_{вм}$ — відповідно похибка регулювання і похибка вимірювання; $K_р = 1{,}73$ і $K_{вм} = 1$ — коефіцієнти, які враховують відхилення законів розподілу відповідних похибок від нормального закону.

За умови настроювання вершини різцевої вставки розточувальної оправки на розмір обробки з настроюванням поза верстатом з використанням приладу БВ-2015 похибка $\varepsilon_{\text{р}}$ складе 2 мкм.

Величину похибки $\varepsilon_{\text{вм}}$ можна прийняти рівною ціні поділки $\Delta_{\text{і}}$ вимірювального інструмента. Якщо вимірювати діаметр отвору індикаторним нутроміром з вимірювальною головкою годинникового типу, то $\varepsilon_{\text{вм}} = \Delta_{\text{і}} = 1$ мкм.

Підставивши прийняті значення $\varepsilon_{\text{р}}$ і $\varepsilon_{\text{вм}}$ в (4), отримаємо $\varepsilon_{\text{н}} = 4$ мкм.

Похибку, що зумовлена пружними деформаціями елементів технологічної системи під дією сили різання визначалась за формулою

$$\varepsilon_{\text{пд}} = \omega_{\Sigma} \left(P_{y_{\max}} - P_{y_{\min}} \right), \tag{5}$$

де ω_{Σ} — сумарна податливість технологічної системи, яка враховує податливості верстата, верстатного пристрою, інструмента і заготовки; $P_{x_{\max}}$ і $P_{x_{\min}}$ — відповідно найбільша і найменша величина складової сили різання, яка діє у напрямі нормалі до оброблюваної поверхні.

Під час визначення величини ω_{Σ} вважалось, що податливості верстата, верстатного пристрою, і заготовки суттєво менші за податливість розточувальної оправки $\omega_{\text{і}}$, тобто приймалося, що $\omega_{\Sigma} = \omega_{\text{і}} = 0{,}115$ мкм/Н [4]. Очевидно, що на зміну величини P_x впливатиме зміна припуску на тонке розточування. Вважалося, що на переході, який розглядається, $t_{\min} = 0{,}15$ мм, $t_{\max} = 0{,}22$ мм За цих умов отримано $P_{y_{\max}} = 55$ Н; $P_{x_{\min}} = 38$ Н. Визначена за формулою (4) величина $\varepsilon_{\text{пд}}$ складе 2 мкм.

Похибка $\varepsilon_{\text{і}}$, що виникає через розмірний знос інструмента під час обробки партії заготовок, визначалась за формулою [5].

$$\varepsilon_{\text{і}} = \frac{u_0 L}{1000}, \tag{6}$$

де u_0 — відносний розмірний знос різця розточувальної оправки; L — довжина шляху різання.

Для розточування отворів довжина шляху різання під час обробки партії заготовок складе

$$L = \frac{\pi d l n}{1000 s}, \tag{7}$$

де d, l — відповідно діаметр і довжина оброблюваної поверхні, мм; n — кількість заготовок в партії; s — подача, мм/об.

Величина u_0, визначена згідно з рекомендаціями [6], склала 2,5 мкм/км для подачі $s = 0{,}04$ мм/об. В результаті розрахована за формулами (6) і (7) величина $\varepsilon_{\text{і}}$ склала 88 мкм.

Оскільки величина $\varepsilon_{\text{і}}$ суттєво перевищує допуск (0,054 мм), то потрібно зменшити кількість заготовок, які обробляються без піднастроювання інструмента. Якщо прийняти $n = 15$ шт., то $\varepsilon_{\text{і}}$ складе 27 мкм.

Похибку $\varepsilon_{\text{в}}$ в даному випадку спричиняє биття вершини різцевої вставки оправки, яке за даними [4] складає 5 мкм.

З урахуванням того, що обробка на сучасних багатоцільових верстатах з ЧПК супроводжується рясним охолодженням, то похибкою, що замовлена тепловими деформаціями технологічної системи можна знехтувати.

Прийнявши: $\frac{1}{K} = 1$ (очікуваний брак складе 0,03%), за формулою (3) визначимо ε_{Σ}. Таким чином, $\varepsilon_{\Sigma} = 48$ мкм, що не перевищує величини допуску.

Визначена за формулою (2) величина коефіцієнта уточнення склала $K_y = 1{,}8$, що узгоджується з рекомендаціями [1].

Висновки

1. На прикладі остаточної обробки точного отвору в заготовці корпусної деталі з сірого чавуну проведений аналіз з виявлення елементарних похибок, які мають домінуючий вплив на сумарну похибку.

2. Показано, що найсуттєвіший вплив на точність обробки на верстаті з ручним керуванням має похибка, що зумовлена розмірним зносом різального інструмента.

3. Величина коефіцієнта уточнення для розглянутих технологічних умов узгоджується з загальноприйнятими рекомендаціями.

5. Результати роботи можуть бути використані під час проектування нових технологічних процесів механічної обробки у машинобудівному виробництві і у навчальному процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комиссаров В. И. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов / В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. — М. : Машиностроение, 1985. — 224 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / [Борисов В. Б., Борисов Е. И., Васильєв В. Н. и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — М. : Машиностроение, 1985. — 656 с.

3. Допуски и посадки : справочник : в 2-х ч. / [сост. Мягков В. Д., Палей М. А., Романов А. Б, Брагинский В. А.]; под ред. В. Д. Мягкова. — Л. : Машиностроение, 1983. — Ч. 1. — 1983. — 543 с.

4. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ : справочник. / сост. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. — М. : Машиностроение, 1990. — 512 с.

5. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : навчальний посібник / О. В. Дерібо — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 125 с

6. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Маталин А. А. — Л. : Машиностроение, 1985. — 496 с.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Перебейніс Юрій Миколайович – студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Желєзняк Олексій Євгенович – студент групи 1ІМ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Perebeinis Yurii M. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Zhelezniak Oleksii E. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.65:77

А. М. Москалюк,
С. І. Сухоруков

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДВОШАРОВИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

Винницькій національний технічний університет

Анотація

Сформовано основні вимоги, які ставляться до підшипників ковзання шестеренних насосів. Дана коротка характеристика антифрикційних матеріалів, які використовуються для виготовлення підшипників. Проаналізовано основні методи виготовлення біметалевих підшипників ковзання.

Ключові слова: шестеренні насоси, підшипники ковзання, обробка металів тиском, розкатування.

Annotation

Formed the basic requirements that apply to bearings of gear pumps. A brief description of anti-friction materials used for the manufacture of bearings. The basic methods of production of bimetallic bearings.

Keywords: gear pumps, bearings, metal forming, rolling.

Вступ

Основними агрегатами, які обмежують надійність і ресурс гідравлічних систем, є насоси та двигуни, оскільки вони є найбільш навантаженими гідроагрегатами.

Вимоги, які ставлять до насосів і двигунів гідравлічних систем, зводяться до забезпечення: заданого тиску і продуктивності при мінімальній вазі і габаритах; максимального ККД; мінімальної трудомісткості виготовлення; простоти обслуговування; надійності роботи в експлуатаційних умовах; великого ресурсу роботи.

Більше всього ці вимоги задовольняють шестеренні насоси, які мають безсумнівні переваги в порівнянні з іншими типами насосів за своєю простотою, ваговими характеристиками, дешевизною та надійністю. Завдяки перерахованим перевагам, шестеренні насоси знайшли широке застосування в різних видах промисловості [1].

Зазвичай підшипники ковзання виготовляють у вигляді простих циліндричних вкладишів із антифрикційного матеріалу, які запресовуються у відповідний отвір корпусу, кришки чи інших ущільнюючих деталей , або у вигляді розточок в тілі цих же деталей [2].

Результати досліджень

Незалежно від технології виготовлення відомо, що для з’єднання шарів з різних металів необхідно виконання таких умов [3]:

- високий тиск на граничній поверхні шарів для забезпечення фізичного контакту металевих шарів та зближення їх на відстань співрозмірну з міжатомним рівнем;
- високий ступінь деформацій, що забезпечує руйнування оксидних плівок та вивільнення ювенільних поверхонь металу, які необхідні для контактної взаємодії шарів.
- підвищення енергетичного стану атомів металів шарів для виникнення зв’язків металів шарів за механізмами їх зчеплення (дифузійний, створення інтерметалідів та інші), наприклад, за рахунок нагрівання;

забезпечення захисту зони деформації від хімічного та фізичного впливу навколишнього середовища та ін.

Методи виготовлення біметалевих втулок:

– Виготовлення біметалевих втулок зварюванням вибухом;
– Виготовлення біметалевих втулок відцентровим литтям;
– Виготовлення біметалевих втулок протягуванням;
– Виготовлення біметалевих втулок сумісним витягуванням;
– Виготовлення біметалевих втулок поверхневою пластичною деформацією.

Одним з найбільш продуктивних методів є метод виготовлення біметалевих втулок поверхневою пластичною деформацією. Під час розкочування заготовки антифрикційний шар вдавлюється в матеріал основи за допомогою ролика розкатника. Нероз'ємне з'єднання отримують, за рахунок пластичних деформацій, які відбуваються у примежових шарах матеріалів заготовок. Даний метод дозволяє отримати робочу поверхню підшипників ковзання з дуже низькою шорсткістю, що зменшує коефіцієнт тертя та температуру в зоні контакту [4]. При цьому збільшується твердість поверхневого шару антифрикційного матеріалу. В свою чергу це збільшує зносостійкість отриманої поверхні.

Висновок

Найбільш навантаженими деталями у шестеренних насосах є опори валів, тобто підшипники ковзання. Їх виготовляють з антифрикційних металів та матеріалів, собівартість яких, у порівнянні з чорними металами, дуже велика. Тому основною метою дослідження було пошук і аналіз альтернативних методів виготовлення підшипників ковзання шестеренних гідронасосів.

Серед усіх способів виготовлення біметалевої втулки підшипника ковзання, найбільш економним є виготовлення втулок шляхом розкочування.

Під час розкочування використовується найменша кількість антифрикційного металу чи матеріалу (для забезпечення поверхні контакту), точність отриманих розмірів за 6–7 квалітетом, можна отримати низьку шорсткість поверхні (рівну шорсткості, яка може бути отримана при алмазному вигладжуванні).

Усі перераховані вище переваги говорять про те, що процес розкатки є найменш матеріаломістким і найменш трудомістким, а отже найбільш економічно вигідним для використання у виробництві підшипників ковзання шестеренних гідронасосів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Юдин Е. М. Шестеренные насосы / Е. М. Юдин // М. : Машиностроение, 1964, 235 с.
2. Чепурко М.И. и др. Производство биметаллических труб и прутков. – М.: Металлургия, 1986. – 240 с.
3. Сивак І. О. Напружений стан в осередку деформації листової заготовки при ротаційної витяжці осесиметричних деталей [Електронний ресурс] / І. О. Сивак, С. І. Сухоруков, Є. І. Шевчук // Наукові праці ВНТУ. – 2014 №4. – с.6; – Режим доступу:http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3829/5589.
4. Сердюк О.В. Оцінка пластичності поверхневого шару металу при немонотонному навантаженні / О.В. Сердюк, І.О. Сивак, С.І. Сухоруков, Р.І. Сивак // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2016. – Вип. 54. – С.277-282. – (За галузями знань «Технічні науки»).

Москалюк Андрій Миколайович – студент групи 1ПМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Сухоруков Сергій Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця , e-mail: ssergeii@ukr.net.

Moskaliuk Andrew M. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Sukhorukov Sergiy I. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ssergeii@ukr.net.

УДК 621.73.011

Сердюк О.В.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПРИ ОБКОЧУВАННІ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ТОРОЇДАЛЬНИМ РОЛИКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз напружено-деформованого стану в осередку деформації при обкочуванні тороїдальним роликом циліндричної поверхні.

Ключові слова: напружено-деформований стан, геометричні характеристики, поверхневий шар, тороїдальний ролик.

Abstract

The analysis of stress-strain state deformation at obkochuvanni toroidal roller cylindrical surface.

Keywords: mode of deformation, geometric characteristics, surface layer toroidal roller.

Вступ

Велика кількість деталей машин працює в умовах зношування. Ці деталі, як правило, обкочують роликами або кульками. Обкатування деталей із середньовуглецевої сталі забезпечує підвищення зносостійкості у порівнянні із шліфуванням в 1,5 – 2,5 рази, а в порівнянні із поліруванням - в 1,3 – 1,6 разів (при однаковій шорсткості поверхні). Аналогічні результати по підвищенню зносостійкості при обробці майже всіма методами поверхневого пластичного деформування, крім деяких ударних, коли шорсткість поверхні збільшується (обробка дробом, чеканка).

Результати дослідження

Однак необхідно відмітити, що при одному і тому ж рівні зміцнення, яке залежить від величини накопиченої пластичної деформації, величина використаного ресурсу пластичності в металі поверхневого шару буде різною, так як величина використаного ресурсу пластичності залежить від умов, в яких протікає поверхнева пластична деформація. В даний час установлено, що якщо величина використаного ресурсу пластичності перевищує значення $\Psi \geq 0{,}5 - 0{,}6$, то при одному і тому ж ступені зміцнення та однаковій шорсткості, довговічність деталі зменшується на 60% - 80%.

Для оцінки впливу параметрів локальної пластичної деформації при обкочуванні роликом на якість поверхневого шару та на його довговічність в даній роботі, в якості кількісної характеристики вибрано величину використаного ресурсу пластичності металу поверхневого шару.

В якості кількісної характеристики пластичності прийнята гранична деформація [1]

$$e_p = \int_0^{t_p} \dot{\varepsilon}_u d\tau, \qquad (1)$$

де $\dot{\varepsilon}_u$ – інтенсивність швидкостей деформацій;

tp – час деформації до руйнування.

При холодній пластичній деформації значення e_p залежать, в основному, від напруженого стану і його зміни в процесі пластичної деформації. Для кількісної оцінки впливу історії навантаження на величину граничної деформації e_p при об'ємному напруженому стані нами використано три інваріантні характеристики напружено-деформованого стану в якості координат простору, в якому даний напружено-деформований стан досліджується. В даній роботі в якості таких характеристик прийняті наступні інваріантні величини:

показник напруженого стану

$$\eta = \frac{I_1(T_\sigma)}{\sqrt{3I_2(D_\sigma)}} = \frac{3\sigma}{\sigma_u}, \tag{2}$$

параметр Надаі-Лоде

$$\mu_\sigma = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \tag{3}$$

і ступінь деформації

$$e_u = \int_0^t \dot{\varepsilon}_u d\tau, \tag{4}$$

де $\sigma = \frac{1}{3}\sigma_{ij}\delta_{ij}$ – середнє напруження;

t – час деформування.

Отриману в результаті чисельних розрахунків інформацію про напружено-деформований стан в осередку деформації та закономірності його зміни використовували для розрахунків показників напруженого стану. По отриманих в результаті розрахунків значеннях η, μ_σ, e_u будували траєкторії навантаження для найбільш небезпечної, з точки зору руйнування, точки у вибраних координатах η, μ_σ, e_u. При обкочуванні можливі різні режими обробки, конструкція ролика та побудова самого процесу обкочування, зокрема обкочування за один прохід, за кілька проходів в одному напрямі, та за два проходи в різних напрямах ролика. Для обкочування двічі в одному напрямкові побудовано траєкторію навантаження поверхневого шару показану на рисункові 1.

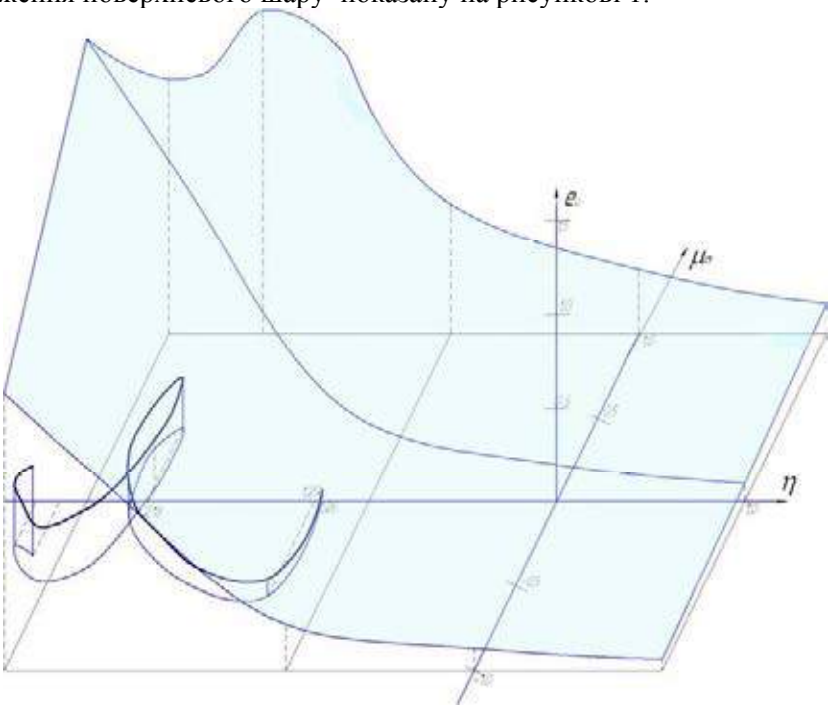


Рисунок 1 – Траєкторія навантаження при обкочуванні двічі в одному напрямі

При обробці двічі в різних напрямах виникає немонотонність внаслідок зміни знаку напружень. Траєкторія навантаження для такого способу обкочування показана на рисункові 2. Також для обох випадків розраховано використаний ресурс пластичності, при обкочуванні в одному напрямкові за два проходи він складає 0,27, при обробці за два проходи з зміною напрямку обкочування -0,25, і за таких же умов за один прохід-0,57.

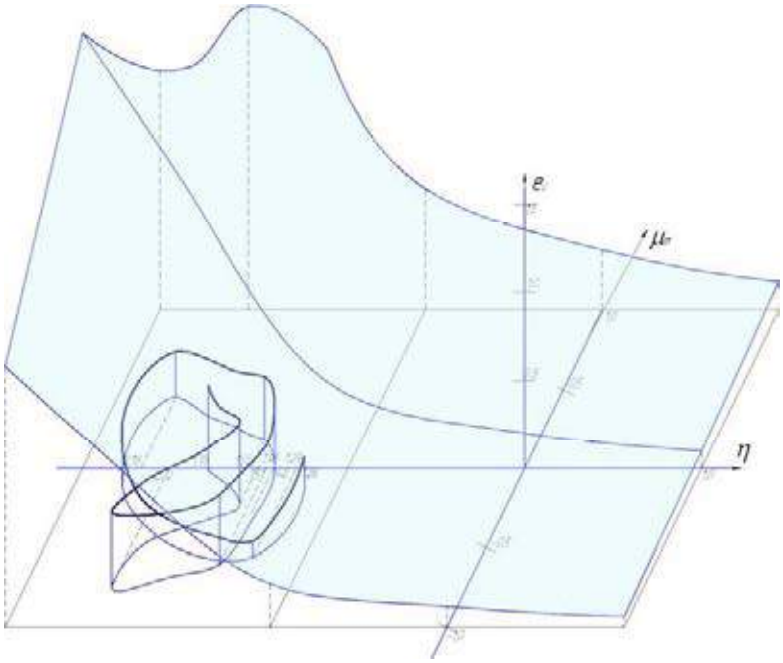


Рисунок 2 – Траєкторія навантаження при обкочуванні двічі в різних напрямах

Аналізуючи вище викладене можна зробити висновок що найбільш небезпечними зонами є хвиля перед та після ролика в яких виникають розтягуючи зусилля, тоді як під роликом виникає гідростатичний стиск що сприяє заліковуванню частково мікро тріщин. Зміна напряму обкочування дозволяє змінити знак дотичних напружень і в більшій мірі сприяє заліковуванню мікро тріщин і збільшенню твердості поверхневого шару.

Висновки

Аналізуючи вище викладене можна зробити висновок що найбільш небезпечними зонами є хвиля перед та після ролика в яких виникають розтягуючи зусилля, тоді як під роликом виникає гідростатичний стиск що сприяє заліковуванню частково мікро тріщин. Зміна напряму обкочування дозволяє змінити знак дотичних напружень і в більшій мірі сприяє заліковуванню мікро тріщин і збільшенню твердості поверхневого шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием, - М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

2. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – К.: Выща школа, 1983, - 173 с.

3. Алиев И.С., Сивак Р.И. Оценка пластичности при поверхностной пластической деформации// Известия ТулГУ. Сер «Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением». – Тула: Тул ГУ. – 2004. – С. 150-156

4. Сердюк О.В. Моделирование процесса деформирования поверхностного слоя при обкатке цилиндрическим роликом / О.В. Сердюк // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – 2012. - №3(32). – С.15-18.

5 Сердюк О.В. Оцінка пластичності поверхневого шару металу при немонотонному навантаженні / О.В. Сердюк, І.О. Сивак, С.І. Сухоруков, Р.І. Сивак // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2016. – Вип. 54. – С.277-282. – (За галузями знань «Технічні науки»).

Сердюк Ольга Валентинівна — асистент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

Cerduk Olga V. – assistant of the Chair of Mechanical Engineering Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: karvatkoolga@ukr.net

УДК 621.7-4

А. С. Салабай

ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ РИФТІВ ПРИ ШТАМПУВАННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методологію проектування і застосування перетяжних ребер. Виявлено, що відсутня методика вибору довжини і місця розташування перетяжних ребер.

Ключові слова: *витяжка, листовий матеріал, штампування, рифти, перетяжні ребра*

Adstract

The methodology design and application of overwind ribbing is observed. Absence a method of selecting the length and location of overwind ribbing is revealed.

Keywords: *drawing,sheet material, stamping rifts, overwind ribbing.*

В залежності від конструкції преса і схеми штамповки операцію витягування проводять в положенні деталі дном вверх (переважно на пресах простої одинарної дії) чи вниз дном (переважно на пресах подвійної або потрійної дії). Конструкція штампів для початкового витягування при відношенні $D_{заг}/d_{дет} > 1,2…1,3$ повинна насамперед мати елементи, які забезпечують стійкість штампуємої заготовки під час всього її формозмінення. Основним засобом для забезпечення виконання даної задачі для більшості конструкцій витяжних штампів є притискач, який повинен надійно притискати заготовку до «дзеркала» матриці.

В штампах для пресів подвійної чи потрійної дії зусилля на притискачі створюється зовнішнім повзуном. В спрощеній схемі штампа з жорстким складкотримачем між ним і матрицею повинен бути рівномірний зазор $z = (1.1 – 1.2)s$. Притискач-складкотримач в витяжних штампах є універсальним засобом гальмування листового матеріалу в процесі витяжки. За вимогами технологічного процесу він виготовляється в одному з двох основних виконань: гладким або з введенням в нього допоміжних засобів (ребер чи порогів), які посилюють гальмування заготовки. Більшість листових деталей малих габаритів (орієнтовно з найбільшим розміром до 200 мм) при товщині матеріалу $s \leq 2$ мм і деталі з будь-яким габаритом при товщині $s > 2$ мм витягують в штампах з гладким складкотримачем.

Під час роботи з конструювання штампів для виконання операції витяжки завжди виникає питання про гальмування заготовки. При цьому велику допомогу надають конструкції подібних штампів, якими обладнані підприємства і проектні організації. Якщо аналітично чи на основі аналогів з’ясовують необхідність застосування допоміжних засобів гальмування заготовки, то їх враховують при проектуванні нового штампа.

Питанню дослідження впливу перетяжних ребер, порогів та інших подібних конструктивних елементів присвячено ряд робіт, зокрема [1,2,3].

Під час витягування деталей для попередження гофроутворення необхідно створювати натяг металу. Цей натяг забезпечується установкою на притискачі спеціальних перетяжних ребер (рифтів) чи порогів, які дозволяють також врівноважити переміщення заготовки на прямолінійних і кутових радіусних ділянках зазорах матриці. Крім того, введенням допоміжних ребер можливо збільшити інтенсивність гальмування заготовки на окремих ділянках притиску. Однак під час виготовлення коробчастих деталей на виробництві не в повній мірі використовується даний процес гальмування заготовки під час витяжки через відсутність методики розрахунку довжини перетяжних ребер.

Перетяжні ребра монтують, як правило, на складкотримачі в один, два або три ряди. Зазвичай при проектуванні витяжних штампів передбачають один, рідко два ряди ребер; остаточно їх кількість і форму визначають під час наладки вказаних штампів на пресі.

Перетяжні ребра і пороги класифікують за наступними ознаками:

1. за геометричними параметрами (сферичні, прямокутні);

2. за місцем розташування (паралельно заготовці; на краях заготовки);
3. за розмірами (малі, середні, великі).

Перетяжні ребра виготовляють із сталі 40Х з термічною обробкою. Секції рифтів виготовляють із вуглецевої сталі У10А з подальшою термічною обробкою (HRC 56-60), а пороги з підвищеною зносостійкістю із легованої сталі Х12ТФ чи Х12Ф1 з подальшою термохімічною обробкою (азотування).

Рифти використовують також по мірі необхідності, оскільки їх установка ускладнює штамп та збільшує його вартість. Так як при витяжці в кутових ділянках контуру деталі відбувається природне потовщення фланця, це явлення враховується при розрахунку зазору між пуансоном і матрицею штампа для витягування: в кутових ділянках зазор повинен бути більший, чим на прямолінійних ділянках контуру матриці.

Направлення зазору неважливе на всіх операціях витяжки, окрім останньої. При витяжці деталей з вимогливими зовнішніми розмірами зазор назначають, зменшуючи розміри пуансона, при витяжці деталей з вимогливими внутрішніми розмірами – зменшують розміри матриці.

Зміною місцеположення і кількість рядів ребр, залежних від конфігурації штампованих деталей, домагаються оптимальних умов роботи штампа в процесі його налагодження. Другий чи будь-який інший наступний перехід витяжки, на відміну від першого переходу, виконують з меншою степеню деформації, тому значно рідше потрібен складкотримач.

Основними перевагами рифтів є:
1. Зменшення внутрішніх напружень при витяжці деталі;
2. Попередження гофроутворення;
3. Рифти виконують функцію гальма, а саме не дають заготовці зміститись при витяжці.

Разом з тим для цієї технології характерні такі недоліки:
1. Збільшення вартості штампа;
2. Висока зносостійкість перетяжних ребер.

Конструкція деяких перетяжних ребер та схеми їх використання зображені на рисунку 1.

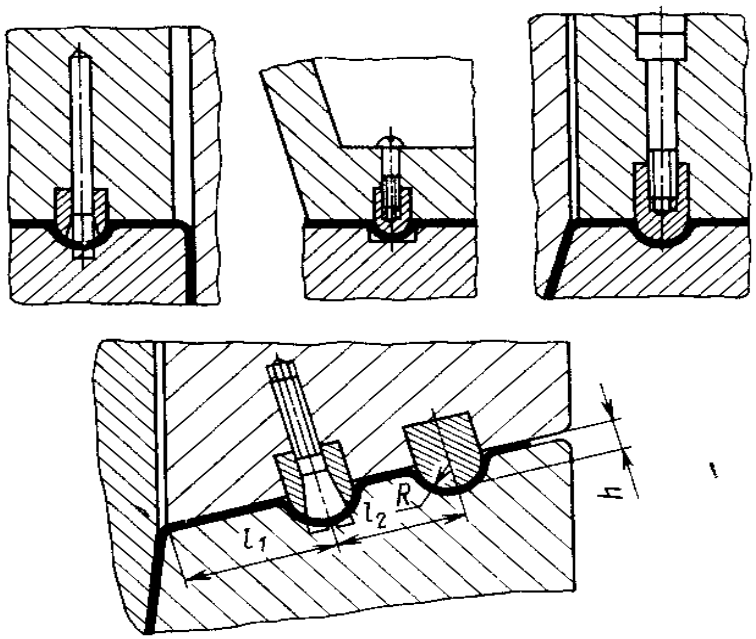


Рисунок 1 – Перетяжні ребра та спосіб їх установлення

Розрахунок основних геометричних характеристик перетяжних ребер може проводитись за допомогою [1]. Довжина перетяжних ребер, згідно ГОСТ 17040-80, не стандартизується і залежить від того, яке зусилля буде прикладене на заготовку під час виконання операції витяжки. Розрахунок інших основних елементів залежить від товщини листа: радіус заокруглення ребра R = 4S; висота ребра h = 3S; ширина ребра B = 10S; відстань від торця та між ребрами $l_1 = l_2 = 2…2,5$ B; S – товщина заготовки.

Таким чином, відсутність методики розрахунку довжини перетяжних ребер для типових коробчастих деталей не дозволяє забезпечити високоякісну технологічну підготовку виробництва та є актуальною задачею для подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. П. Романовский "Справочник по холодной штамповке", 6-е изд., Ленинград, Машиностроение, 1979 г.
2. В.А. Жарков Исследование вытяжки деталей в штампе с перетяжными ребрами // Жарков В.А. Кузнечно-штамповочное производство. – 1994. – №10. – С. 5–9.
3. С. П. Шлык. Закономерности деформации фланца заготовки при сложной вытяжке / Шлык С. П., Драгобецкий В. В., Мороз Н. Н. // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – № 5, 2012. – с. 72 – 75.

Автор: ***Салабай Артем Сергійович, студент групи 1ПМ-16мс, факультет МТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: salabay9416@gmail.com.***

Науковий керівник: ***Савуляк Віктор Валерійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця***

Author: ***Salabay Artem Sergiyovich, Faculty of Machinebuilding and Transport. E-mail: salabay9416@gmail.com.***

Scientific director: Savuliak Victor Valiriyivich, PhD, Assistant Professor, Assistant Professor of department technologies and automatization of machinebuilding of Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.

УДК 621.654

В.П. Пурдик
О.Л. Брицький
В.А. Підлубний
В.В. Кошовий

ФІЗИКО – МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕМЕТАЛІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ В ГІДРОАПАРАТУРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод визначення фізико-механічних характеристик неметалічних матеріалів в залежності від умов роботи гідравлічної апаратури.

Ключові слова: фізико-механічні характеристики, гідравлічна апаратура.

Abstract

The method for determining the physical and mechanical properties of nonmetallic materials depending on operating conditions hydraulic equipment.

Keywords: physical and mechanical characteristics of the hydraulic equipment.

Вступ

До неметалічних матеріалів які використовуються в гідравлічній апаратурі висувається ряд вимог викликаних умовами роботи та конструктивними особливостями агрегатів [1,2,3]. Зокрема, визначення матеріалу робочого органу за умовами роботи гідравлічної апаратури.

Результати дослідження

Для визначення робочих характеристик гідроапаратури, на прикладі регулятора витрат, в якій використовується полімерний робочий органом (пружна циліндрична оболонка) необхідно знати залежність деформації пружної оболонки від перепаду тиску на змінному дроселі, що безпосередньо впливає на якість регулювання.

В ході математичного моделювання визначаються залежність деформації від керуючого тиску представлено в [4] вплив температури та геометричних параметрів робочого органу представлено в [5].

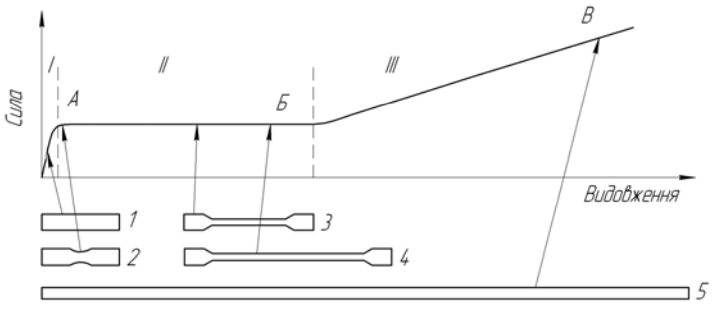


Рис. 1. Типова крива розтягу полімерних матеріалів I-пружна деформація, II-високоеластична деформація, III-в'язкотекучий стан

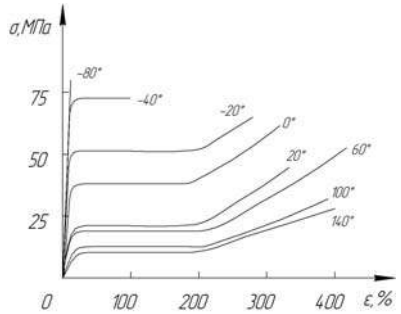


Рис. 2. Криві розтягу поліаміду при різних температурах

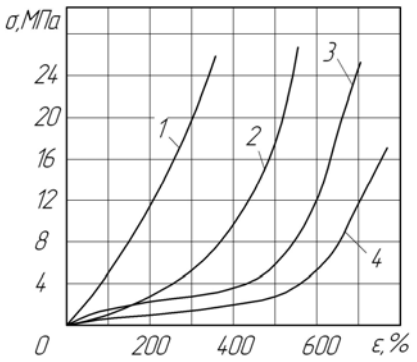


Рис. 3. Криві розтягу гуми: 1-каучук з наповнювачем, 2-каучук без наповнювача, 3-наіріт, 4-СКН

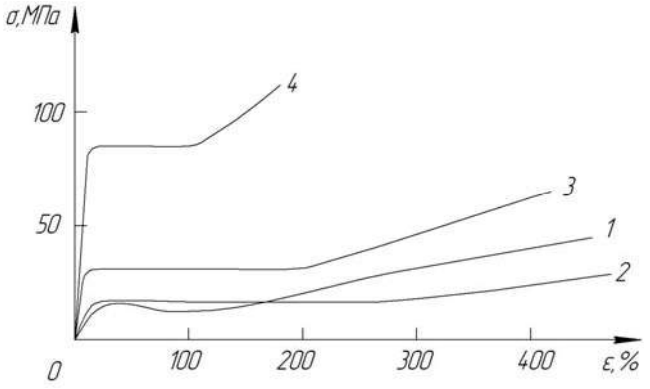


Рис. 4. Криві розтягу полімерів 1-політетрафторетилен, 2-поліетилен, 3-поліамід, 4-полімід 6

За цими показниками визначаються межі пружної деформації матеріалу рис. 1, можливість роботи матеріалу в пружній області при заданих температурах рис. 2. та вибір полімерного матеріалу за кривими розтягу рис. 3 та рис. 4.

З наведених кривих розтягу випливає, що найбільший діапазон значень пружної деформації робочого органу можливо досягти при використанні у якості матеріалу пружної оболонки полімеру – поліамід 6.

Висновки

Для регулятора витрати [6], робочий орган якого працює в умовах пружної деформації (тиск керування 0,25…2,5МПа) при температурі 50…70°С доцільно використати матеріал – поліамід 6.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Механика материалов и конструкций. /[Окопний Ю.А. и др.] Учебник для вузов. – М. Машиностроение, 2001, – 408с.

2. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов . /[Виноградов С.Н., Таранцев К.В.] Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. Ун-та, 2004. – 136с.

3. Сопротивление материалов. Том второй. /[Тимошенко С.П.] – М. 1965, – 480с.

4. Пурдик В. П. Експериментальне дослідження робочого органу регулятора витрати з полімерного матеріалу / В. П. Пурдик, О. Л. Брицький // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – № 4, – 2012. Режим доступу: https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/346/344

5. Брицький О. Л. Дослідження полімерного робочого органу регулятора витрати / О. Л. Брицький, В. П. Пурдик, В. А. Підлубний / Збірник тез доповідей м. Вінниця 2014 Міжнародна науково-технічна Інтернет конференція "Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування". м. Вінниця. – 2014, 22-24 грудня. – С.28 – 30.

6. Деклараційний патент України №u200806901 від 24.07.08 р, МПК$_8$G05D7/00.

Пурдик Віктор Петрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Брицький Олександр Леонідович – інженер кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Підлубний Вадим Аркадійович – студент групи 1ІМ-13б, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Кошовий Вадим В'ячеславович – студент групи 1ІМ-13б, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Purdyk Victor P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Brytskyy Alexander L. – Engineer of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Pidlubnyy Vadim A. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Koshovy Vadim V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.791/.792

О. Є. Науменко
О.В. Поступайло

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ МЕТАЛУ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ НІКЕЛЕМ ТА ХРОМОМ НА ФОРМУВАННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
В роботі представлені дослідження впливу легування металу нікелем та хромом на мікроструктуру металу.
Ключові слова: легування, хром, нікель, зварювання, мікроструктура.

Abstract
The paper presents research of influence alloying metal of Nickel and chromium on the microstructure of the metal.
Keywords: alloying, chromium, nickel, welding, microstructure.

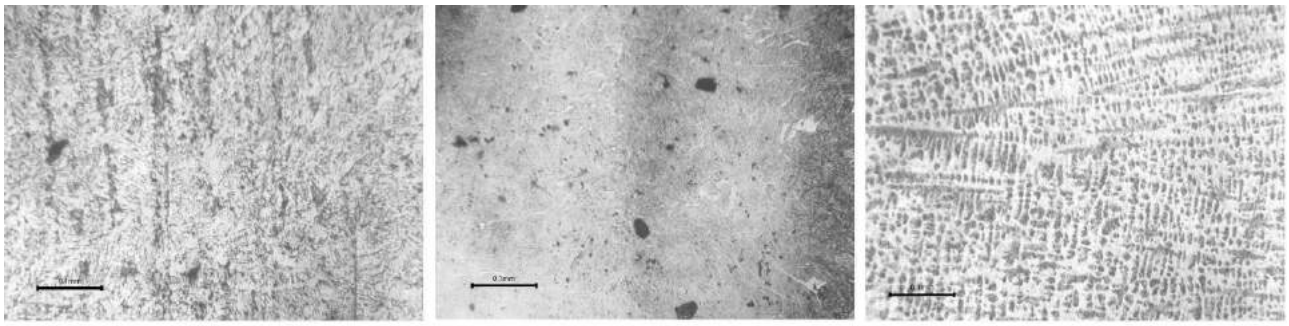
Вступ

Робота присвячена дослідженню вплив різного вмісту нікелю та хрому на мікроструктуру та властивості зварного з'єднання конструкційної сталі 09Г2С. Використовуючи у якості додаткового легувального матеріалу ніхромовий дріт.

Результати дослідження

Для того щоб забезпечити високу якість конструкційних матеріалів, економічно доцільно використовувати легування робочих поверхонь, також економічну цінність має застосування уніфікованих матеріалів які не спеціалізовані для легування металів, а саме ніхромовий дріт. Процес створення нероз'ємного зварного з'єднання виконувався методом електродугового зварювання з додаванням певної кількості ніхромового дроту.

Досліди проводились за такою методикою: було вибрано конструкційну сталь 09Г2С, розділено на достатню кількість пластин, які потім зварювалися ручним дуговим зварюванням із різними відсотками вмісту ніхрому доданого як тонкий дріт намотаний на електрод. Зварювання зразків першого типу було здійснено без додавання легуючих елементів, другого з 20% ніхрому, третій з 10%. Після зразки були підготовлені для дослідження під світловим мікроскопом (виконаний мікрошліф).



а) б) в)

Рис. 1. Мікроструктури зварних швів

Рисунок 1 показує мікроструктури трьох досліджуваних зразків у місці зварного з'єднання. На рисунку 1а спостерігається звичайний шов без додавання нікелю та хрому, контрольний зразок.

Можна спостерігати низьковуглецевий мартенсит що обумовлює його низьку твердість та невелику в'язкість. На рисунку 1б можемо спостерігати мікроструктуру шва з додаванням 3,5% хрому та 6,5% нікелю яка виглядає як звичайна нержавіюча сталь і має її властивості. На рисунку 1в зображено мікроструктуру шва з додаванням 7% хрому та 13% нікелю. Де можна спостерігати крихку дендритну структуру, що має низьку корозійну стійкість.

Висновки

Встановлено, що додавання нікелю та хрому до зварного з'єднання впливає на мікроструктуру сталі, а саме: при додаванні 3,5 хрому і 6,5% нікелю сплав має погані характеристики (низьку корозійну стійкість і крихкість); при додаванні 7% хрому та 13% нікелю сплав має позитивні властивості (високу міцність, та корозійну стійкість).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. - М.: Высш. шк., 2001. - 640 с.
2. http://teacode.com/online/udc/62/621.791.html
3. https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Нихром
4. http://bibliograph.com.ua/spravochnik-181-3/101.htm

Науменко Олег Євгенійович — студент групи 1ЗВ-16Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail 1zv16b.naumenko@gmail.com ***Поступайло Олександр Володимирович*** — асистент Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail postupajlo.o.v@gmail.com

Naumenko Oleg — the student of group 1ЗВ-16В, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnie-ky national technical University, Vinnytsia, E-mail 1zv16b.naumenko@gmail.com

Postupailo Alexander — assistant Vinnytsia national technical th University, Vinnytsia

УДК 621.793.79

О.Л. Гайдамак
Г.А. Лічман

РОЗРОБКА ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розроблено плазмовий напилювальний пристрій, та спроектовано установку з ЧПК для автоматизації процеус відновлення зношених поверхонь що забезпечило комфортні умови праці та досягнуто високу якості відновлених поверхонь.
Ключові слова: плазмовий напилювальний пристрій, відновлена поверхня, автоматизація напилення.

Abstract
The purpose of this work is to automate the process of restoring the worn surfaces and ensure comfortable working conditions and achieve high quality remanufactured surfaces.
Keywords: plasma spraying device, restored surface, automation spraying.

Відновлення деталей машин забезпечує економію високоякісного металу, палива, енергетичних і трудових ресурсів, а також раціональне використання природних ресурсів і охорону навколишнього середовища. Для відновлення робото здатності зношених деталей потрібно в 5–8 разів менше технологічних операцій у порівнянні з виготовленням нових деталей. Найбільш ефективним методом відновлення дефектів даної деталі є плазмове напилювання [1]. Враховуючи поставлені задачі, було розроблено наступну конструкцію напилювального пристрою (рис. 1)

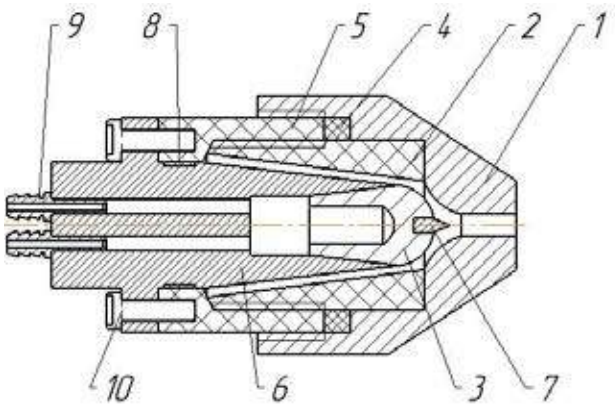


Рис. 1. Плазмовий напилювальний пристрій.
1 – сопло, 2 – ізоляційна втулка, 3 – катодотримач, 4 – прокладка, 5 – корпус, 6 – струмовідвід, 7 – катод, 8 – прокладка, 9 – штуцер, 10 – болт.

Конструкція напилювального пристрою така: сопловий вузол плазмотрона містить сопло 1, корпус 5, ізоляційну втулку 2, яка має на внутрішній конічній поверхні канавки завихрювача, які поєднані із зовнішньою конічною поверхнею катодотримача, плавно з'єднаного з робочою поверхнею катода. Така компоновка елементів, що формують проточну частину газоповітряної лінії , і їх конструктивне виконання забезпечує плавний характер зміни площі прохідного перерізу тракту по його довжині.

Плазмотрон працює наступним чином. Плазмотрон встановлюється в робоче положення і в нього подається плазмо утворюючий газ. Потрапивши у кільцеві канали, утворені з одної сторони канавками завихрювала, а з іншої зовнішньою конічною поверхнею катодотримача, газ безперешкодно (не зустрічаючи на своєму шляху різких змін площі прохідного перерізу) через вихідний отвір сопла 1

виходить назовні. Між катодом і соплом прикладається напруга і виникає дуга, яка при контакті з поверхнею металу утворює основну плазмову дугу.

З метою автоматизації процесу відновлення зношених поверхонь і забезпечення комфортних умов праці було розроблено установку з ЧПК. Для розрахунку та вибору виконавчих механізмів установки для автоматизованого відновлення застосуємо програму Positioning drives компанії Festo. Вибравши усі механізми створюємо рамну конструкцію яка забезпечить задане взаємне розташування всіх механізмів. Для створення рамної конструкції використаємо профільний металопрокат, а саме швелер ГОСТ 8240–79 №16 (рис. 2), конструкція рами зварна. Зварка електродугова за ГОСТ 5264–80.

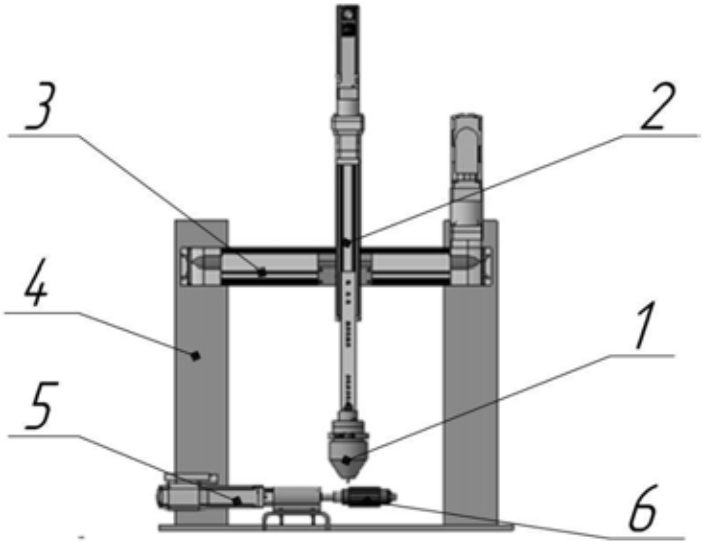


Рис. 2. Установка з числовим програмним керуванням
1 – плазмовий напилювальний пристрій, 2 – консольний привід, 3 – портальний привід, 4 – рамна конструкція, 5 – обертач, 6 – відновлювана деталь.

Отже, в роботі було розроблено плазмовий напилювальний пристрій для відновлення деталей та установка для автоматизації плазмового напилення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коротеев А. С. Плазмотроны: конструкции, характеристики, расчет / А. С. Коротеев, В. М. Миронов, Ю. С. Свирчук – М. : Машиностроение, 1993. – 296 с.

2. www.FESTO.COM.UA

Гайдамак Олег Леонідович - доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu111@gmail.com.

Лічман Ганна Анатоліївна – студентка групи 1ЗВ-16м, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: Anna_Lichman@ukr.net.

Gaidamak Oleg Leonidovuch -docent , Vinnytsia National Technical University, e-mail : vntu111@gmail.com.

Lichman Anna Anatoliivna - student group 1ZV-16m, Department of Technology improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: : Anna_Lichman@ukr.net.

УДК 621.791/.792

Я.Р. Здихальський
О.В. Поступайло

Визначення механічних властивостей зварного з'єднання легованого нікелем та хромом

Вінницький національно технічний університет

Анотація
Робота присвячена дослідженню нероз'ємного зварного з'єднання легованого нікелевим та хромовим матеріалом на його механічні властивості.
Ключові слова: ударна в'язкість, зварювання, ніхром, сталь, матеріали.

Abstract
The work is devoted to research one-piece weld nickel and chromium doped material on its mechanical properties.
Keywords: toughness, welding, nichrome, steel, materials.

Вступ

Робота присвячена дослідженню нероз'ємного зварного з'єднання утвореного за допомогою ручного електродугового зварювання з використанням електродів додатково леговано нікелевим та хромовим матеріалом. Дослідження передбачали встановлення певних механічних властивостей з'єднання, особливо важливих для конструкційних матеріалів.

Результати дослідження

Для забезпечення високої якості конструкційних матеріалів економічно доцільно використовувати методи легування робочих поверхонь. Також економічну цінність має застосування уніфікованих матеріалів, не спеціалізованих для легування матеріалів, а саме ніхромового дроту. Використання ніхромового дроту при ручному дуговому зварюванні для встановлення впливу ніхром на сталь. Були проведені дослідження в яких використовували конструкційний матеріал як дослідний зварний зразок. З яких перша група була зварена простим електродом Е420RC і являє собою контрольні зразки, а на інших частинах в зварний шов додавався ніхромовий дріт в різних відсотках. Друга група зразків містила зварний шов з додаванням 10% ніхрому з яких 3,5% - хрому, а нікелю – 6,5%. В третій групі зразків було додано 20% ніхрому в якому нікелю - 13%, а хрому – 7%.

Наступним кроком після виконання достатньої кількості зразків було проведено дослідження на ударну в'язкість зварних з'єднань.

Таблиця 1 – Значення ударної в'язкості з'єднань

	1, [кГм/см^2]	2, [кГм/см^2]	3, [кГм/см^2]		1, [кГм/см^2]	2, [кГм/см^2]	3, [кГм/см^2]
Максимальне значення	1,43	1,24	1,98	Мінімальне значення	1,28	1,36	2,08

Після виконання достатньої кількості дослідів була сформована таблиця 1, в якій виводяться максимальні та мінімальні значення ударної в'язкості з'єднання. Аналіз отриманих даних показує значне погіршення параметрів з'єднання при використанні у якості присадки 3,5% хрому та 6,5% нікелю, чого не спостерігається при збільшенні масової частки додаткових елементів. Причиною значного погіршення властивостей стали імовірні структурні та хімічні перетворення в середині з'єднання, в користь яких також свідчить змінений відтінок крихкого зламу зразків та явне збільшення зерна в зоні шва. Цікавим є кардинальна зміна результатів при підвищенні масової частки додаткових легувальних елементів, адже результатом стало утворення корозійно-стійке з'єднання з підвищеною в'язкість та твердістю.

Висновки

У цій роботі було визначено вплив легування значними відсотками нікелю та хрому на механічні властивості нероз'ємного зварного з'єднання конструкційних сталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка — К.: Вища школа,1993.- 655 с.

2.Попови В.. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство/ А. Кондир, Е. Плешаков та ін.. Навч. посібник. — Львів: Світ, 2009. — 552 с.

3. Шваб'юк В. І. Опір матеріалів: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. Рекомендовано МОН — 2009. — 380 с.

Здихальський Ярослав Русланович - студент групи 1ЗВ-16б, факультет машино будування та транспорту, Вінницький національно технічний університет, м.Вінниця. email: 1zv16b.zdihalskiy@gmail.com

Поступайло Олександер Володимирович - асистент кафедри інформатики, Вінницький національно технічний університет, м.Вінниця. email: postupajio.o.v@gmail.com

Zdikhalsky Yaroslav Ruslanovich - student group 1ZV-16b, Faculty of Machinebuilding and Transport, Vinnytsya National Technical University, m.Vinnitsa. email: 1zv16b.zdihalskiy@gmail.com

Olexander Volodimirovich Postupajlo - assistant of the Department of Informatics, Vinnytsya National Technical University, m.Vinnitsa. email: postupajio.o.v@gmail.com

УДК 621.793.79

О.Л. Гайдамак
М.П. Сідлак

РОЗРОБКА УСТАНОВКИ З ЧПК ТА ДЕТОНАЦІЙНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Спроектовано пристрій для нанесення покриття, а саме детонаційну гармату. Для автоматизації процесу відновлення деталей було спроектовано установку з числовим програмним керуванням, яка забезпечує високу якість покриття та комфортні умови праці.
Ключові слова: детонаційна гармата, відновлення деталей, автоматизація напилення.

Abstract
Designed for device coating, such as detonation gun.
To automate the process of restoration parts installation was designed with numerical control, which provides high quality coverage and comfortable working conditions.
Keywords: detonation gun, restoration parts, automation spraying.

Завдяки відновлюванню деталей зменшуються затрати часу та коштів, що дозволяє економити велику кількість матеріалів. В процесі експлуатації металеві вироби поступово зношуються в деяких місцях і врачають свою працездатність. Але більшість поверхонь виробу має ті самі параметри що і нова деталь. Тому відновлення втрачених поверхонь різними способами відновлення може мати економічну ефективність порівняно з виготовленням нової деталі. За статистичними даними витрати на матеріали і одержання заготівок при виготовленні деталей на машинобудівних підприємствах складають 70-75% від їх вартості, а при відновленні деталей вони коливаються в межах 1-12% в залежності від способу відновлення. Одним з найбільш ефективним методом відновлення втрачених поверхонь деталей є детонаційне напилення [1]. Для здійснення процесу напилення, було розроблено конструкцію детонаційної гармати показану на рисунку 1.

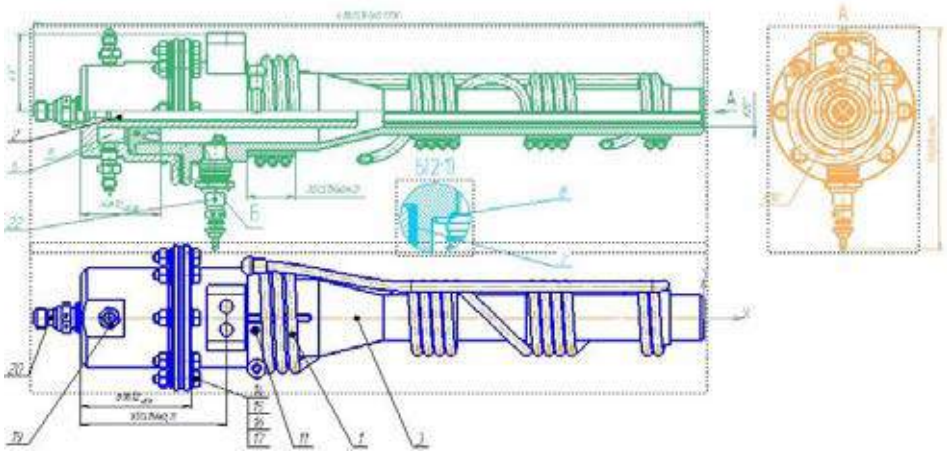


Рис. 1. Детонаційна гармата

1 – система охолодження, 2 – основна камера згорання, 3 – корпус, 6 – змішувач (поздовжні канавки), 7– прокладка, 8 – прокладка, 11 – гвинт, 14– болт, 15 – шайба, 16 – гайка, 19 – перехідник прямий, 20 – перехідник, 22 – свічка запалювання.

Детонаційна установка складається з наступних основних елементів: корпуса 3, основної камери згоряння 2; з зовні на корпусі основної камери згоряння 2 виконані поздовжні канавки 6, причому

кожна із них закінчується радіальним отвором, трубки подачі компонента палива 19. Таким чином, система отворів для трубок подачі компонентів палива 6, формують додатковий вузол підвода тепла до робочого струменя. Основний вузол підвода тепла до робочого струменя розміщений на вході до основної камери згоряння 2 і представлений форсункою основної камери згоряння 20, яка має осьовий отвір для подачі порошку напилюваного матеріалу, який транспортується киснем, та радіальні отвори для подачі газоподібного пального. Крім того, з зовні на корпусі 3 виконано пази на які встановлюється кріпильний елемент системи охолодження 1. На корпусі 3 детонаційної установки встановлена свічка запалювання 22, також цим самим створює додаткову камеру змішування. Детонаційна установка складається з двох частин головний канал та ствол між ними. Прокладка ущільнювальна 7, закріплена болтами 14.

З метою автоматизації процесу розробили установку з ЧПК (рис. 2), яка складається з обертача деталі та приводів переміщення детонаційної гармати. Для розрахунку та вибору виконавчих механізмів установки з ЧПК застосували програму Positioning drives компанії Festo. Вибравши усі механізми створили рамну конструкцію яка забезпечить задане взаємне розташування всіх механізмів. Для створення рамної конструкції використали профільний металопрокат, а саме швелер ГОСТ 8240– 79 №16, конструкція рами зварна. Зварка електродугова за ГОСТ 5264–80.

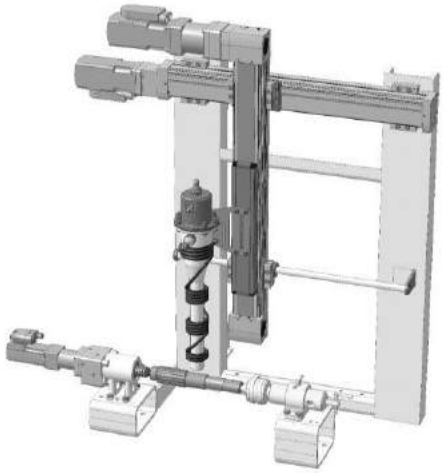


Рис. 2. Установка з числовим програмним керуванням

Отже, в роботі було розроблено детонаційну гармату для відновлення деталей та установка для автоматизації детонаційного напилення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 90044 Україна, МПК B05B 7/00. Газополуменевий пальник для надзвукового напилення покриттів / Долматов Анатолій Іванович; Зорік Ігор Володимирович; Данько Костянтин Анатолійович; заявник та патентовласник Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут". — № a200809654; заявл. 23.07.2008; опубл. 25.03.2010, бюл. № 6.
2. www.FESTO.COM.UA

Гайдамак Олег Леонідович - доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail vntu111@gmail.com, тел. +380682104040, Україна, 21018, м. Вінниця, вул.Литвиненка 24, кв.12.

Сідлак Максим Петрович – студент групи 1ЗВ-16 М, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: maxim.sidlak@yandex.ru, тел. +380962410504, Україна, 21021, м. Гнівань, вул. Курортна буд. 45.

Gaydamak Oleg Leonidovich - Associate Professor TPZ, Vinnytsia National Technical University, e-mail vntu111@gmail.com, tel. +380682104040, Ukraine, 21018, m. Vinnytsya, vul.Lytvynenka 24 kv.12.

Sidlak Mksym Petrovych - student group 1ZV M-16, Department of Technology improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: maxim.sidlak@yandex.ru, tel. +380962410504, Ukraine, 21021, m. Gnivan Str. Resort d. 45.

УДК 621.791.92

Д. В. Бакалець
В. В. Вергелес

ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВОДНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЗДВОЄНИМ ЕЛЕКТРОДОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано технологію підводного зварювання здвоєним електродом, яка дозволяє запалювати дугу як над поверхнею води і проводити зварювальні роботи на невеликій глибині, так і в товщі води, для зварювання на більших глибинах. Встановлено, що при використанні електродів типу Е 42-46 для мокрого зварювання низьковуглецевих конструкційних сталей формуються шви з структурою атермічного мартенситу з малою твердістю.

Ключові слова: зварювання під водою, здвоєний електрод, структура, атермічний мартенсит.

Abstract

The technology of underwater welding dual electrode that allows light curve as of the water and carry out welding works in shallow water and in the water column, welding at great depths. It is established that the use of electrodes such as E 42-46 wet welding low carbon structural steel joints formed with martensite structure athermanous low hardness.

Keywords: welding underwater, dual electrode structure, athermanous martensite.

Вступ

Підводне зварювання знайшло широке застосування як при виготовленні трубопроводів для газо-нафтопереробної галузі так і в ремонтному виробництві завдяки своїй оперативності та простоті виконання [1, 2]. Однак воно має значні труднощі як технологічного так і металургійного характеру. Технологічні труднощі полягають у необхідності забезпечення герметичності обладнання та матеріалів для запалювання дуги під водою, що потребує використання трубчастих електродів і додаткового обладнання для подачі газу, що створює міхур у якому запалюється дуга. Металургійні труднощі зумовлені воднево-кисневою атмосферою парогазового міхура, який формується уже в процесі зварювання під водою і сприяє окисленню легуючих елементів та насиченню металу зварювальної ванни воднем, а прискорене охолодження навколишньою водою призводить до його затримки в металі шва і утворенню гартівних структур [3].

Результати дослідження

Для підводного зварювання використано технологію зварювання здвоєним електродом, яка полягає в розміщені електродів паралельно один одному і підключення їх до клем джерела живлення змінного струму (рис. 1) [4, 5]. Така технологія дозволяє запалювати дугу між електродами над водою і заглиблювати її на невелику глибину до місця зварювання. Запалювання дуги під водою можливо за допомогою осцилятора. В такому випадку кінці електродів необхідно ізолювати, наприклад термоклеєм, із забезпеченням повітряного каналу між їх торцями. Після запалення дуги електроди наближають до деталей. Як тільки відстань між електродами і виробом стає меншою за відстань між самими електродами дуга починає горіти між електродами і деталлю, що дозволяє виконувати як зварювання так і різання металу.

Реалізація такого способу підводного зварювання можлива з використанням звичайних штучних електродів з попередньо нанесеним на їх поверхню водовідштовхувальним ізоляційним покриттям. Однак підводне зварювання окрім технологічних труднощів, має ряд металургійних пов’язаних з насиченням металу зварювальної ванни воднем та прискореним охолодженням. Для дослідження впливу цих факторів були проведені експерименти із використанням для підводного зварювання електродів марок АНО-21, МР-3, УОНИ 13/45. Всі вони дозволяють формувати у воді якісний зварний шов з металічним блиском характерним аустенітним нержавіючим сталям. Однак

проведеними металографічними дослідженнями було встановлено, що всі вони мають структуру подібну атермічному мартенситу (рис. 2).

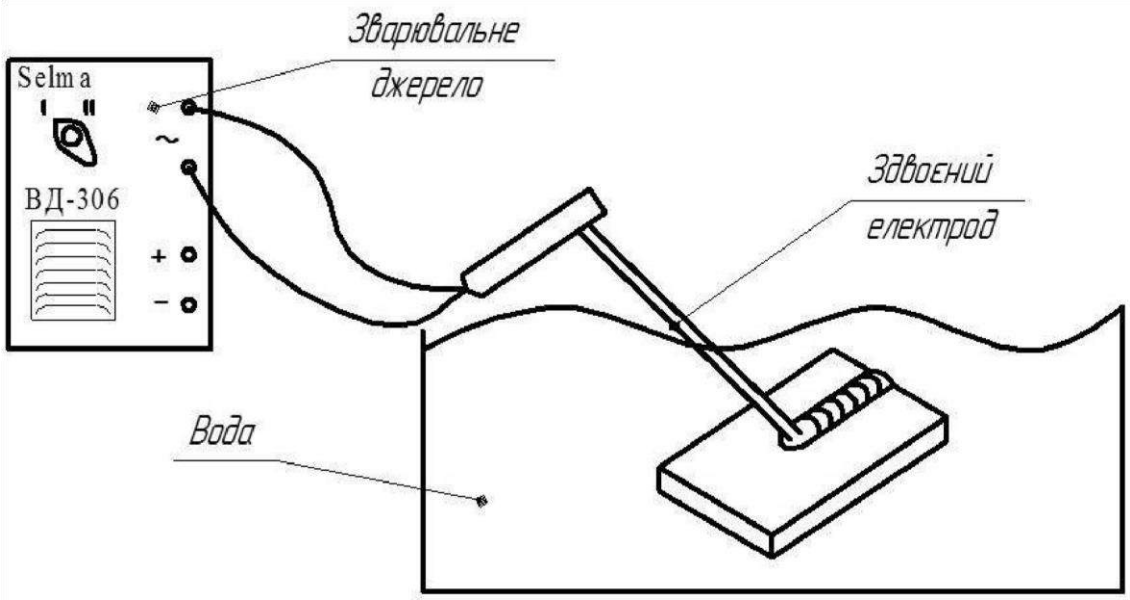


Рис.1. Схема зварювання здвоєним електродом

Загальновідомо, що високовуглецеві сталі з мартенситною структурою мають високу твердість і малу пластичність. Твердість мартенситу залежить від вмісту вуглецю в сталі і мало змінюється від наявності легуючих елементів. Крихкість сталі збільшується зі збільшенням вмісту вуглецю і укрупненням мартенситних голок [3]. Однак високу твердість мартенситу Г. В. Курдюмов, наприклад, пояснює дрібноблочною будовою мартенситних кристалів, межі яких сильно ускладнюють переміщення дислокації. Проте сильно розвинена блокова структура загартованої низьковуглецевої сталі є основною причиною її високої статичної міцності, а роль вуглецю в цьому незначна. Ним встановлено, що в загартованій низьковуглецевій сталі при деформації дислокації деяких типів відрізняються великою рухливістю. Вони сприяють деформації сталі без утворення при цьому тріщин. Ці висновки мають істотне значення для встановлення здатності зварних швів заварених під водою нести експлуатаційні навантаження. Проведені нами дослідження мікротвердості показали, що лише поверхневі шари мають порівняно високу твердість HV = 750…780 МПа натомість мікротвердість усього перерізу шва становить лише HV =210…260 МПа.

Рис.2. Структура металу шва

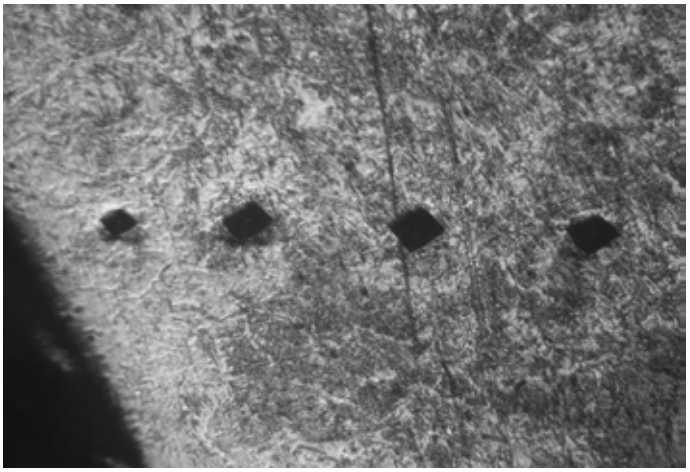


Рис.3. Вимірювання мікротвердості металу шва

Висновки

Запропонована технологія двоелектродного підводного зварювання штучними електродами типу Е42-46 на ряду зі своєю простотою у використанні показала високу ефективність при виконанні зварних з'єднань на різній глибині. Отримані з'єднання мають високу якість і структуру з невеликою твердістю по глибині, що дозволяє робити висновок про придатність запропонованої технології до використання у промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. McKeown D., Abson D. Wet welding repairs // Shipping World and Shipbuilder. — 2006. — 207, № 5. — P. 24–26, 28.
2. Rowe M., Liu S. Recent developments in underwater wet welding // Sci. and Technology of Welding & Joining. — 2001. — 6, № 6. — P. 387–396.
3. Максимов С. Ю. Мокрая подводная сварка низколегированных сталей повышенной прочности / С. Ю. Максимов, И. В. Ляховая // Автоматическая сварка. - 2013. - № 8. - С. 43-46. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/as_2013_8_8.
4. Бакалець Д. В. Електродотримач для зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Тези доповідей IV-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій». – Вінниця : ВНТУ, 2016. – Ч. 1. - С. 19 – 20. - Режим доступу : http://conference.vntu.edu.ua/pdmpk/2016/tezy_tpz-2016.pdf.
5. Бакалець Д. В. Конструкція електродотримача для зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. - Електрон. текст. дані. - 2016. - Режим доступу: http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1042

Бакалець Дмитро Віталійович —ст. викладач, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: BacaletsDima@gmail.com.

Вергелес Василь Володимирович — студент групи 13В–13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:illintsi1@gmail.com;

BacaletsDmutro V. — P. teacher, VinnytsiaNationalTechnicalUniversity, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

VehelesVasyl V. — studentof 1 Zv-13b, FacultyofEngineeringandTransport, VinnytsiaNationalTechnicalUniversity, Vinnytsia,e-mail: illintsi1@gmail.com;

УДК 621.793.79

О.Л. Гайдамак
А.А. Осадчук

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вдосконалено плазмовий напилювальний пристрій та виконано автоматизація процесу відновлення зношених поверхонь для чого спроектовано установку з числовим програмним керуванням завдяки якій забезпечено комфортні умов праці та висока якості відновлених поверхонь.

Ключові слова: плазмовий напилювальний пристрій, відновлена поверхня, автоматизація напилення.

Abstract

Plasma spraying device developed and implemented automation of recovery of worn surfaces which are designed for installation with numerical control through which ensured a comfortable working environment and high quality remanufactured surfaces.

Keywords: plasma spraying device, restored surface, automation spraying.

Метою даної роботи було розробка комплексу з числовим програмним керуванням (ЧПК) для автоматизації відновлення деталей типу вал та установки для нанесення функціональних покриттів.

У якості прототипу плазмотрона було використано винахід електродугового плазмотрона [1].

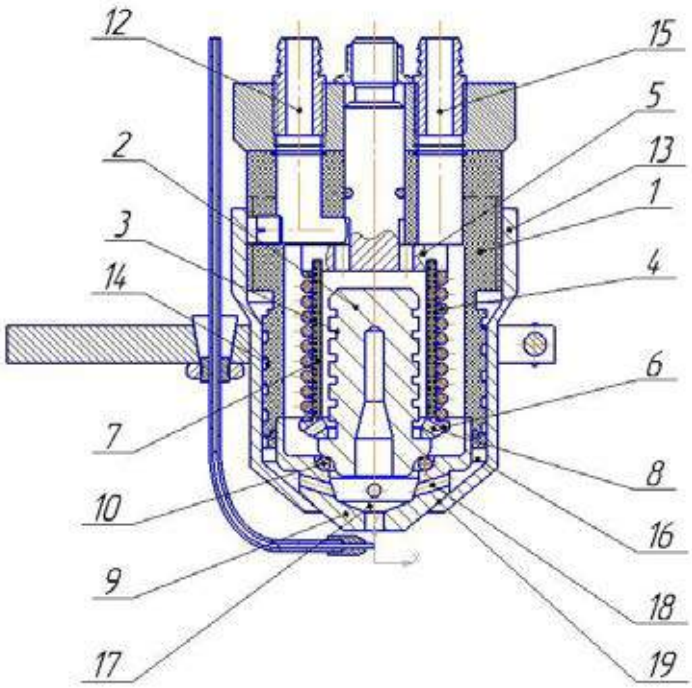


Рис. 1. Плазмотрон

Плазмотрон містить корпус 1, виконаний із діелектрика, у якому розміщений порожній мідний електрод 2, на зовнішній поверхні якого виконана різьба 3. Водо охолоджуваний соленоїд 4 електрично з'єднує, струмовідводом 5 із металевою клемою вставкою 6. Між електродом 2 і соленоїдом 4 розміщена діелектрична втулка 7, виконана у виді порожнього циліндра, один торець якої встановлений у кільцевій канавці струмоподводу 5, виконаної концентрично подовжньої осі корпуса, а другий торець втулки контактує з клемою – вставкою 6, електрично пов'язаної з мідним електродом 2. У клемі–вставці 6 рівномірно по її периметру виконані наскрізні отвори 8. Вихідне сопло 9 виконано у вигляді чашки і сполучено по периферії з внутрішньою поверхнею діелектричного корпуса 1, а порожнина, утворена внутрішньою стінкою сопла 9 і нижньою частиною електрода 2 відділена пружним, діелектричним ущільнювальним, кільцем 10, встановленим у екведистантно розташованих каналах електрода і сопла. Охолоджуюча вода подається в плазмотрон по штуцеру 11, та відводиться через штуцер 12. На зовнішній поверхні діелектричного корпусу 1, за допомогою різьбового з'єднання закріплено циліндричний кожух 13 із конічним звуженням і осьовим отвором у нижній його частині. У корпусі 1, із боку кожуха 13, виконані багато західні гвинтові канали 14, сполучені з однієї сторони патрубком 15, подачі повітря, а з іншої сторони із колектором 16. Колектор 16 пов'язаний із розрядною камерою 17 крізь тангенціальні отвори 18 виконані у соплі 9 під кутом, рівним куту нахилу внутрішньої конусної частини сопла 9 і розташовані нижче канавки пружного діелектричного ущільнювального кільця 10. У місці контакту конічного кожуха 13 і зовнішньої поверхні сопла 9, у кожусі виконані радіальні щілини 19, пов'язані з колектором 16 подачі повітря і спрямовані до осі сопла, причому, загальна площа перетину тангенціальних отворів 18 сопла 9 більше площі перетину радіальних щілин 19.

Конструкція плазмотрона дозволяє спростити технологію його складання і заміну замінних деталей. Таким чином, запропонований плазмотрон відрізняється підвищеною надійністю і ресурсом роботи.

Після розрахунку режиму напилення було розроблено конструкторську документацію на складальне креслення установки автоматизованого відновлення з використанням виконавчих механізмів з числовим програмним керуванням.

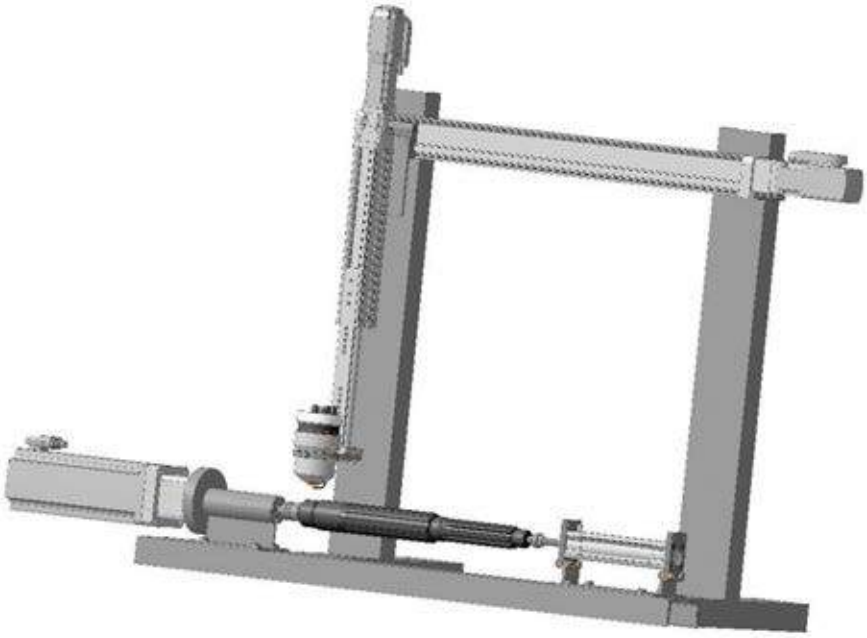


Рисунок 2 – Установка з ЧПК для автоматизованого відновлення деталей типу «вал"

В якості виконавчих механізмів застосовано механізми фірми FESTO, а саме для обертача: серводвигун EMME-AS-100-M-HS-Ax, осьовий набір EAMM-A-D60-100A, контролер CMMP-ASC5-3A-M3; консольну вісь EGSL-BS-45-200-3P, серводвигун EMMS-AS-40-S-LS-TM, осьовий набір EAMM-A-D32-40A, портальну вісь EGC-70-600-BS-10P-KF-0H-ML-GK, серводвигун EMMS-

AS55-S-LS-TS. В процесі роботи застосовувались програми: Компас 3D та FestoPositioningDrives, та 3D моделі механізмів та деталей завантажених з сайту FESTO.COM.UA

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 68449 Україна, МПК B23K9/16 Електродуговий плазмотрон / Неклеса А.Т – заявник та патентовласник Неклеса А.Т. № 2002032128; заявл. 14.11.03; опублік. 16.08.2004, бюл. №1- 4с.
2. www.FESTO.COM.UA

Гайдамак Олег Леонідович — доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, email:vntu111@gmail.com,тел. +380682104640, Україна, 21018, м. Вінниця, вул.Марії Литвиненко-Вельгімут 24, кв.12. ***Осадчук Андрій Андрійович*** — студент групи 1ЗВ-16м, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: os.andrey2@gmail.com , тел. +380682110022, Україна, 21021, м. Вінниця, вул.В. Інтернаціоналістів 5.

Gaidamak Oleg Leonidovuch —docent, VinnytsiaNationalTechnicalUniversity, e-mail:vntu111@gmail.com, tel.+380682104640,Ukraine, 21018, Vinnytsya, Marii Lutvunenko-Velgimyt str.24/12.

Osadchuk Andrii Andriyovych — student group 1ZV-16m, Department of Technology improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail:: os.andrey2@gmail.com, tel. +380682110022,Ukraine, 21021, Vinnytsya,V. Internacionalistiv str. 5.

УДК 621.791.92

В. Й. Шенфельд
М. В. Пушкар
Ю. Ю. Назаров

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПЛАВЛЕННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ З СТРУКТУРАМИ ЗА ПРИНЦИПОМ ШАРПІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
Запропоновано метод нанесення покриття, який дозволяє створити покриття за принципом Шарпі структура якого складається з твердих включень й м'якої матриці, яку ми отримали електродуговим наплавленням з застосуванням вуглецевої нитки.
Ключові слова: Високовуглецеві покриття, структура, вуглецева нитка, твердість.

Abstract
The method of coating which allows to create a cover on the principle of Sharpi, structure which consists of solids and soft matrix around them, we received electric arc welding using carbon filament.
Keywords: High-carbon cover, structure, carbon thread, strength.

Вступ

При відновленні зношених шийок валів необхідно нанести таке покриття, яке б забезпечувало добрі умови роботи пари тертя при досить високих навантаженнях та великому діапазоні швидкостей ковзання.

Такі властивості мають високовуглецеві покриття з структурами за принципом Шарпі, які можливо отримати електродуговим наплавленням з застосуванням в якості карбюризатора вуглецевої нитки [1]. За принципом Шарпі високі зносостійкі властивості мають матеріали та покриття, у яких тверді відокремлені ділянки вкраплені у в'язку пластичну матрицю.

Результати дослідження

Нанесення таких покриттів з використанням методів наплавлення дозволяє запропонована технологія. На зразок циліндричної форми в якому проточені канавки (рис. 1) вкладається вуглецева нитка. Для того щоб вона надійно трималася, її було зафіксовано силікатним клеєм. Під час наплавлення під впливом тепла від горіння електричної дуги наплавний дріт та основа, на яку виконується наплавлення, розплавляються і розчиняють вуглецеві волокна, утворюючи високовуглецеві ділянки. При переміщенні дуги на ділянку, де вуглецева нитка відсутня, наплавлення іде звичайним чином. В результаті на наплавлюваній поверхні отримуємо неоднорідне покриття з регулярною структурою [2].

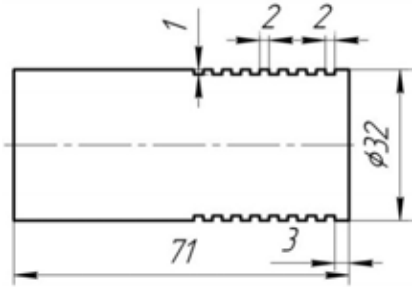


Рис. 1. Зразок

Для проведення наплавлення використано вдосконалену установку УД - 209М, джерело живлення зварювальної дуги ВДУ – 306, система підігріву, сушки та подачі захисного газу. Процес наплавлення ведеться за традиційною схемою по гвинтовій лінії. Наплавлення велось на циліндричний зразок Ø100 довжиною 80 мм виготовлений з сталі 45, дротом марки Нп-30ХГСА. Як карбюризатор використовувався вуглевмісний матеріал у вигляді нитки марки УК-30 ТУ6-06-И78-85.

Режими наплавлення:

1. Діаметр дроту – 1,2 мм.
2. Напруга на дузі – 25 В.
3. Сила струму – 110 А.
4. Швидкість подачі дроту – 173 м/год.
5. Швидкість обертання деталі – 1 об/хв.
6. Крок наплавлення – 2,8 мм.
7. Зміщення від зеніту – 10 мм.

Дослідження мікроструктури нанесеного покриття та перехідної зони проводили на мікрошліфах.

При дослідженні мікроструктури високовуглецевих ділянок покриття було виявлено, що вона складається з мягкої матриці (161 НВ) в яку вкраплені тверді включення (286 НВ) (рис. 2).

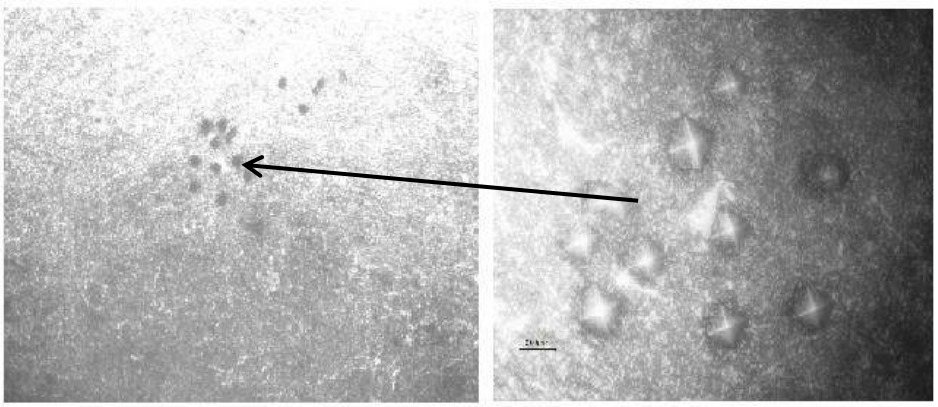


Рис. 2. Структура ділянок високовуглицевого покриття

При дослідженні мікроструктури ділянки, де вуглецева нитка відсутня побачили що вона складається з стандартної феритто-перлітної структури (рис. 3).

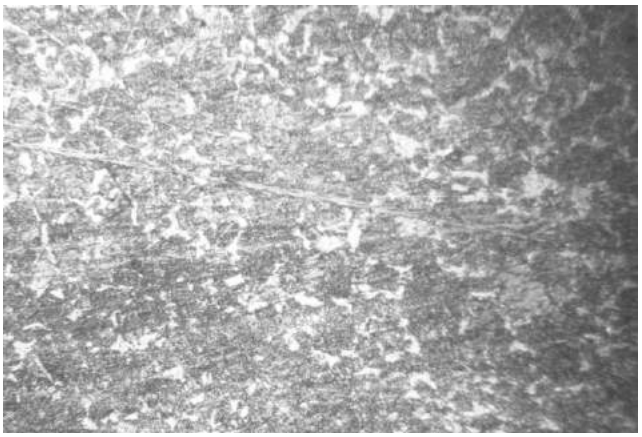


Рис.3. Ферито-перлітна структура

За допомогою мікротвердоміру ПМТ – 3 було проведено вимірювання мікротвердості вздовж наплавлених валків.

Після наплавлення показники мікротвердості ділянок де була присутня вуглецева нитка вищи ніж ділянок де вона була відсутня (рис. 4).

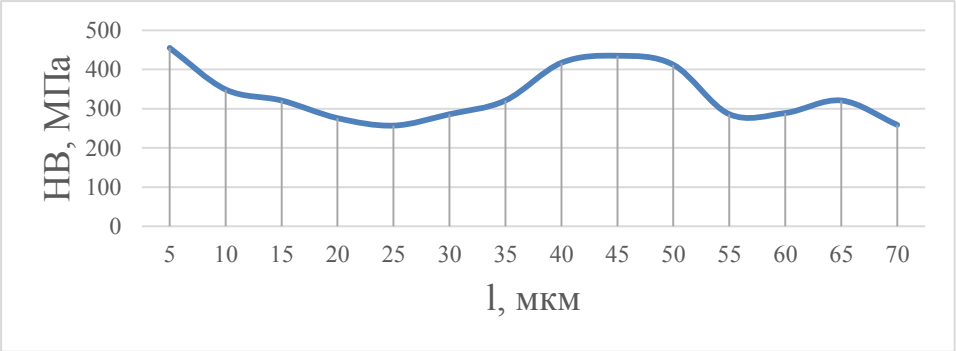


Рис. 4. Графік зміни твердості по ширині

Висновки

1. За цією технологією на наплавленій поверхні утворюються тверді ділянки, які періодично чергуються з м'якими ділянками поверхні. Тверді ділянки мають більш високу зносостійкість, ніж м'які. М'які ділянки поверхні забезпечують релаксацію внутрішніх напружень.

2. Високовуглецеві ділянки наплавленного покриття складаються з мягкої матриці в яку вкраплені тверді включення, що відповідає принципу Шарпі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В. І. Савуляк, С.А. Заболотний, В. Й. Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. – №1. – С.66–70.

2. Патент України на корисну модель № 52752, (51) МПК (2009) B23K 9/04. Спосіб електродугового наплавлення на поверхню металевих виробів / В. І. Савуляк, А. Ю. Осадчук, В. Й. Шенфельд; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201001926; заявл. 22.02.2010; опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17.

Пушкар Максим Володимирович — студент групи 1ЗВ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: puskmax@gmail.com

Назаров Юрій Юрійович — студент групи 1ЗВ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yureclion@gmail.com

Шенфельд Валерій Йосипович — канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: leravntu@gmail.com

Pushkar Maxim V. - student group 1ZV-13b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: puskmax@gmail.com

Nazarov Yuriy Y.- student group 1ZV-13b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yureclion@gmail.com

Schoenfeld Valery I. - candidate. Sc. , assistant professor of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: leravntu@gmail.com

УДК 621.791

В. Й. Шенфельд
М. С. Дмитрієв

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПОВЕРХОНЬ ЗМІЦНЕНИХ ГРАФІТОВИМ ЕЛЕКТРОДОМ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗМІНИ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЕЛЕКТРОДА

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Проведено дослідження зміни структури поверхонь зміцнених графітовим електродом в залежності від зміни швидкості його переміщення, яке дозволило обрати оптимальну швидкість переміщення електроду, для отримання відповідної структури .
Ключові слова: структура, графітовий електрод, швидкість переміщення.

Abstract
A study of changes in the structure of reinforced graphite electrode surfaces depending on changes in the speed of its movement, which allowed to select the optimum velocity of the electrode for specific structures.
Keywords: structure, graphite electrode, the speed of movement.

Вступ

Віднедавна почалось вивчення та широке застосування процесу зміцнення поверхонь за допомогою графітових електродів. Даний спосіб зміцнення використовують для забезпечення твердої зносостійкої поверхні, яка має дрібнозернисту структуру [1].

Результати дослідження

Було досліджено вплив зміни швидкості переміщення графітового електрода на структуру зміцнених поверхонь. Зміцнення поверхонь виконувалось на плоских зразках товщиною 10 мм, які виготовленні зі сталі 40Х (Рис. 1) при наступних режимах:

1. Швидкостях переміщення електроду: 11 м/год, 17 м/год, 23 м/год;
2. Діаметр графітового електроду 5 мм;
3. Сила струму 70А;
4. Полярність – зворотня;
5. Характеристика – жорстка.

В якості джерела живлення використовувався зварювальний трансформатор ВД-306

Рис.1. Зразок

Дослідження мікроструктури зміцненених поверхонь проводили на мікрошліфах.

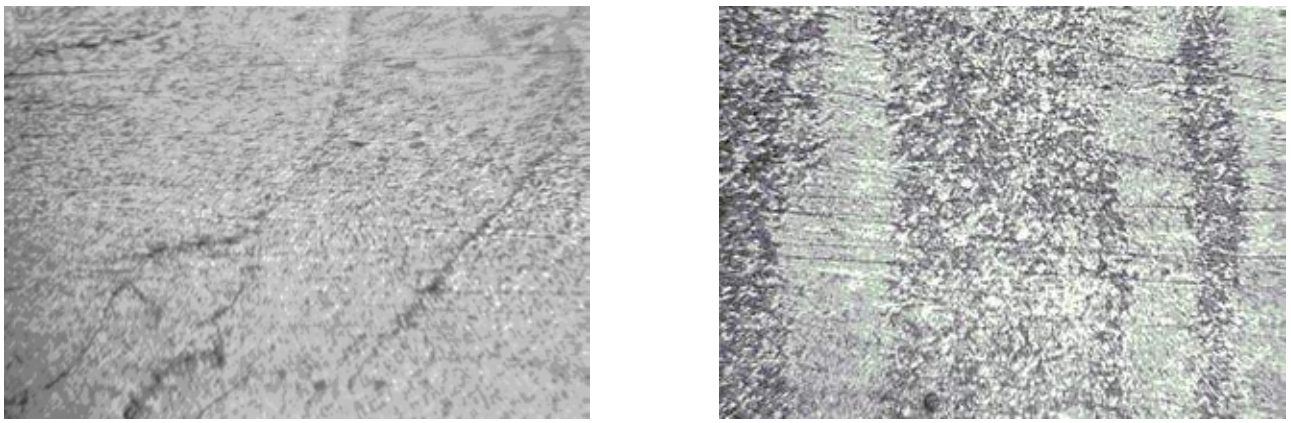
Досліджуючи мікроструктури зміцнених поверхонь при швидкості переміщення електроду 23 м/год та 17 м/год було виявлено, що вона складається з цементитної сітки з перлітними зернами в своїх комірках (Рис. 2). Утворення цементитної сітки можна пояснити дифузією графіту з електроду при відносно великих швидкостях охолодження [2,3].

Рис. 2. Мікроструктура зміцнених поверхонь при швидкості переміщення електроду 23 м/год та 17 м/год (х300)

Досліджуючи мікроструктури зміцненої поверхні при швидкості переміщення електроду 11 м/год було виявлено що вона має шарувату будову. Вглибину зміцнений шар можна поділити на два підшари.

Верхній підшар має структуру зернистого перліту (Рис.3 а). Утворення перліту можна пояснити більш повільним охолодженням поверхні.

Нижній підшар має ферито-перлітну структуру з включеннями цементиту (Рис.3 б) Механізм утворення цементиту протікає за схемою, що відбувається при швидкості переміщення електроду 17 м/год та 23 м/год.



а б

Рис. 3. Мікроструктури зміцнених поверхонь при швидкості переміщення електроду 11 м/год (х300)

Висновки

Змінюючи швидкість переміщення графітового електроду відбуваються зміни структури зміцнених поверхонь. При високих швидкостях переміщення електроду структура зміцнених поверхонь складається з цементитної сітки з перлітними зернами в своїх комірках. При низькій швидкості переміщення електроду структура зміцнених поверхонь складається з двох підшарів (верхній шар – зернистий перліт, нижній шар – ферито-перлітно-цементитна структура) .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В. І. Савуляк, С.А. Заболотний, В. Й. Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. – №1. – С.66–70.

2. Savulyak V. I. Molten metal phase duration effect on the structure and hardness of high-carbon fused coating / V. I. Savulyak, V. Y. Shenfeld, O. V. Postupailo, A. B. Yanchenko // TEHNOMUS «New Technologies and Products in Machines Manufacturing Technologies» journal / Romania, 2013 – №20 – s.29–33.

3. Савуляк В. І. Вплив термічних полів процесу наплавлення покриттів на їх структуру та твердість / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, В. Й. Шенфельд, М. С. Українець//Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №2. – С. 175 – 178.

Дмитрієв Максим Сергійович — студент групи 1ЗВ-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maxlion1974@gmail.com

Шенфельд Валерій Йосипович — канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: leravntu@gmail.com

Dmytriiev Maxym S. - student group 1ZV-13b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maxlion1974@gmail.com

Schoenfeld Valery I. - candidate. Sc. , assistant professor of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: leravntu@gmail.com

УДК 620.179.131

В.І. Савуляк
А.А. Осадчук

УСТАНОВКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ НА ПОВЕРХНЯХ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ ПОКРИТТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Метою даної роботи є розробка установки та технології отримання на плоских сталевих поверхнях високовуглецевих шарів.
Ключові слова: сталь, білий чавун, контактне плавлення, високовуглецевий шар, електроконтактне нагрівання, вуглецевий волокнистий матеріал

Abstract
The aim of this work is to develop an installation and technology of getting high-carbon layers on flat steel surfaces.
Keywords: *steel, white iron, contact fusion, high-carbon layers, electric heating, carbon fiber material.*

Відомо, що одним з кращих матеріалів, які працюють в умовах абразивного тертя, є білий чавун, який має низький коефіцієнт тертя та високу зносостійкість. Тому деталь з білого чавуну, що працює в умовах такого тертя, має не тільки підвищену зносостійкість, а й ефективний вид зношування. Такі властивості білого чавуну зумовлені високою твердістю ледебуритної евтектики, а також наявністю карбідів (цементиту) в структурі білого чавуну.

У Вінницькому національному університеті розробляються технології, які дозволяють отримувати композиційні матеріали типу сталь – білий чавун [1, 2]. Такі композиції мають високі триботехнічні характеристики. Технології отримання зносостійких шарів у цих композиціях базуються в основному на використанні явища контактного плавлення між залізом та карбоном [3]. Суть цього явища полягає у виникненні рідкої фази в точці контакту між вуглецевим матеріалом та залізо-вуглецевим сплавом при температурі, яка нижча температур плавлення цих речовин. В результаті отримаємо високовуглецевий шар, найчастіше білий чавун.

Ці технології різнилися способами нагрівання контакту між вуглецевим матеріалом, а саме: пічне нагрівання, нагрівання СВЧ, електричною дугою та ін. Об'єднує усі ці розробки використання як джерела вуглецю волокнистих вуглецевих матеріалів (ВВМ).

У даній роботі пропонується електроконтактний метод, який використовує контактне нагрівання не між електродами машини точкового зварювання, а між електродом у вигляді графітового диску та сталевою поверхнею з нанесеним на неї ВВМ.

З метою реалізації даного методу запропонована спеціальна установка, схема якої представлена рис. 1.

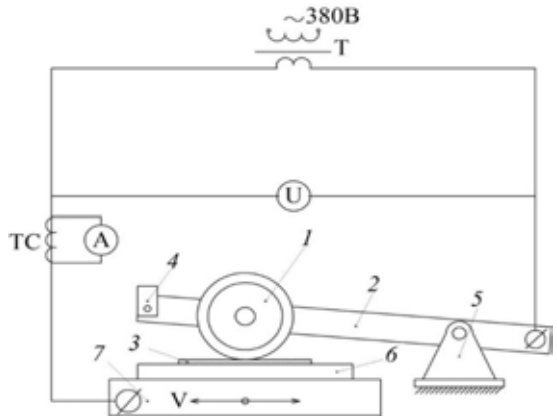


Рисунок 1 – Схема установки для формування на сталевій поверхні високовуглецевого шару
1 – графітовий ролик, 2 – шина струмопідводу, 3 – вуглецевий матеріал, 4 – вантаж, 5 – опора, сталева заготовка, 7 – шина

Суть методу полягає в наступному: на поверхню сталевої заготовки 6 наносять вуглецевий матеріал, після чого притискають його роликом-електродом 1 і пропускають електричний струм від силового тансформатора Т. Електричні параметри контролюються за допомогою трансформатора струму ТС з амперметром та вольтметром. Для щільного контакту ролика з поверхнею передбачено розміщення шини струмопідводу 2 на осі опори 5, а регулювання силу притиску ролика до поверхні заготовки здійснюється змінним вантажем 4, що кріпиться на шині струмопідводу. Заготовка кріпиться до шини 7, яка може здійснювати поступальний рух. При пропусканні електричного струму через контакт ролик – ВВМ – заготовка в місці контакту виділяється тепло, що активує процес контактного плавлення, а пересування заготовки відносно ролика дозволяє автоматизувати процес отримання смуги навуглецьованого шару на відміну від електроконтактно способу [3], що дозволяє отримувати лише точки навуглецьованної поверхні.

Отже, даний метод відрізняється простотою, надійністю та дозволить формувати зносостойкі високовуглецеві шари, що мають гарне зчеплення з основним металом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhukov A. A., Bondarenko A. V., Ossadchuk A. Yu. New Methods of Joining Carbonaceous Materials to the Surface of Steel.// Joining sciences. vol.1, № 4, 1993 p. 188 - 193.
2. Савуляк В. І., Осадчук А. Ю. Нанесение композиционных покрытий на рабочие поверхности инструмента из углеродистых сталей. // Оборудование и инструмент для профессионалов. 2003, №5. С. 8-12.
3. Сывынюк В. Г., Жуков А. А., Заречный А. М. Электроконтактное легирование поверхностей стальных деталей волокнистым углеродным материалом. // Сварочное производство, 1987. № 4 - С. 11 - 14.

Савуляк Валерій Іванович - професор д.т.н., завідувач кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail:korsav84@gmail.com,тел. +380963507247, Україна, 21018, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів 3.

Осадчук Андрій Андрійович – студента групи 1ЗВ-16м, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: os.andrey2@gmail.com , тел. +380682110022, Україна, 21021, м. Вінниця, вул.Монастирська 35 .

Savulyak Valeriy Ivanovuch –professor, doctor of technical science , Vinnytsia National Technical University, e-mail: korsav84@gmail.com, tel.+380963507247 ,Ukraine, 21018, Vinnytsya,V. Internacionalistiv str. 3.

Osadchuk Andrii Andriyovuch - student group 1ZV-16m, Department of Technology improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail::os.andrey2@gmail.com, tel. +380682110022,Ukraine, 21021, Vinnytsya, Monastyrs′ka str. 35.

УДК 681.5.011

В. І. Савуляк
О. В. Щербаков
М. В. Фуштей

ПІДВИЩЕННЯ УДАРНО- МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ З ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ПОКРИТТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Експериментально доведено позитивний вплив попереднього підігріву на якість наплавлення чавунних деталей. Показано, що попереднє підігрівання перед наплавленням сормайтом деталей з чавуну до 300...400°С дозволяє мінімізувати кількість пор у перехідній зоні між деталлю та наплавленим металом.

Ключові слова: *відновлення, чавун, пори, наплавлення, термообробка.*

Abstract

Experimentally proved positive effect preheating the quality of surfacing of cast iron parts. It is shown that the preheating before welding of sormayt of iron parts up to 300...400 °C minimizes the number of pores in the transition zone between the piece and weld metal.

Keywords*: recovery, iron, pores, welding,, heat treatment.*

Вступ

В машинобудуванні широко застосовують деталі з чавуну для виготовлення корпусів, гальмівних пар тертя, станин верстатів тощо. Такі деталі піддаються різним видам зношення та ударним навантаженням. Відновлення та виготовлення чавунних деталей є непростим процесом, так як на їх якість впливає значна кількість факторів. Одним із найбільш важливих, особливо для деталей складної форми, є значні внутрішні залишкові напруження, які виникають під час наплавлення, та внаслідок крихкості чавунів можуть викликати тріщини. Значна кількість газів від окислення вуглецю та розчинених у зварній ванні з повітря впливають на утворення пористості.

Метою роботи є виявлення найбільш важливих факторів, що впливають на якість заварювання або наплавлення деталей з чавуну та заходів для запобігання цих дефектів.

Результати дослідження

Для дослідження вибрано зразки з ковкого чавуну, на які електродом з сормайту наплавляли валики. На всіх зразках, наплавлених на холодні зразки, в перехідній зоні сплавлення між валиком та зразком з чавуну виявлено значну кількість пор (рис.1). Такі пори є недопустимими як з міркувань забезпечення міцності, так і міркувань герметичності та тріщиностійкості.

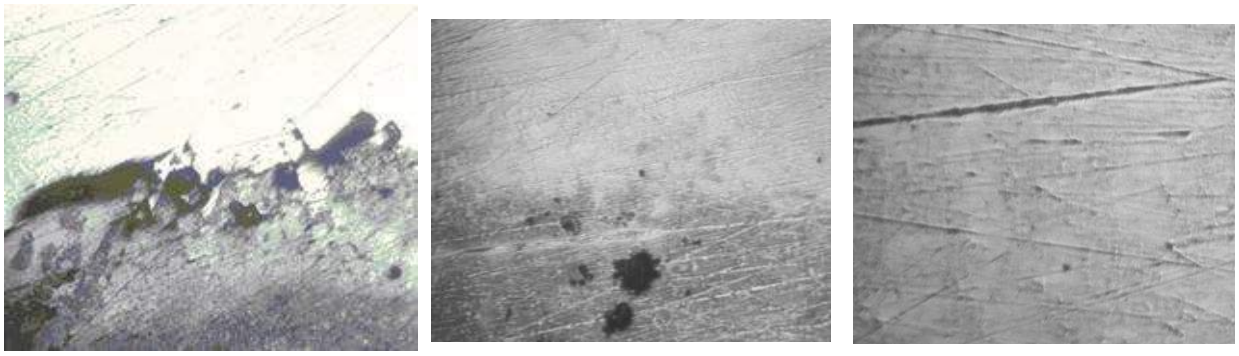
Пори - серйозний дефект зварних з'єднань з чавуну, особливо для деталей, що працюють під тиском та в особливо відповідальних вузлах. Одиночні пори в чавуні, при заплавлюванні великих дефектів, не становлять небезпеки. Однак при значній ураженості металу шва зварне з'єднання не може бути визнано задовільним. Пори є бульбашками газів H2, N2, водяної пари, діоксиду вуглецю, які не встигли видалитися до затвердіння металу. Утворенню пор в наплавленому чавуні особливо сприяють N2 і H2 внаслідок стрибкоподібної зміни їх розчинності в період кристалізації зварювальної ванни.

Для вирішення проблеми ліквідації пор та запобіганню утворення термічних тріщин було запропоновано використати попередній підігрів зразків та їх охолодження разом з піччю після наплавлення. Для експерименту було використано три чавунні зразки однакового складу та структури. Перед наплавленням два зразки підігрівалися до різних температур, а третій наплавлявся холодним. Наплавлення проводилося спеціальним електродом з сормайту вручну.

На рис. 1 зображено мікроструктуру зони сплавлення на зразку, який попередньо не підігрівався. На знімку явно видно значне перевищення норми кількості газових пор. При наявності такої кількості пор відновлена деталь не може подальше експлуатуватися.

На рис. 2 зображено зону сплавлення на іншому зразку, який попередньо підігрівався до температури 200°С та поступово охолоджувався з піччю після наплавлення. Кількість пор зменшилась, що дозволяє використовувати деталь у невідповідальних вузлах.

На рис. 3 зображено третій зразок, який попередньо підігрівався до температури 400°С та також охолоджувався після наплавлення разом з піччю. Аналіз мікростуктури перехідної зони не виявив пор та тріщин.



а) б) в)

Рис. 1. Пори в зоні сплавлення після підігрівання: а - 20°С, б) – 200°С, в) – 400°С

Висновки

Встановлено що попередній підігрів чавунної деталі перед наплавленням до 200°С дозволяє значно зменшити кількість пор у перехідній зоні, а попередній підігрів до 400°С показав можливість повного усунення пор. Охолодження деталей після зварювання в печі з температур попереднього підігріву забезпечило відсутність тріщин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Побудова та аналіз моделей металевих сплавів. Монографія / В. І. Савуляк, А. О. Жуков, Г. О. Чорна . УНІВЕРСУМ. Вінниця,1999. – 200 с.

Михайло Васильович Фуштей — студент групи 13В–13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:fushteymisha@gmail.com;

Щербаков Олександр Вікторович — студент групи 13В-13б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olexsandrscherbakov@gmail.com;

Савуляк Валерій Іванович — д.т.н., професор, завідувач кафедри технологія підвищення зносостійкості матеріалів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Mikhail Fushtey - student of 1 Sv-13b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:fushteymisha@jmail.com

Alexander Shcherbakov - student of 1 Sv-13b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olexsandrscherbakov@gmail.com;

Savulyak Valeriy - Professor, Head of the facthnolohiya improving the durability of materials, Vinnytsia National Technical Universityversity. e-mail: korsav84@gmail.com

УДК 621.791.92

Д. В. Бакалець

ОТРИМАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НАПЛАВКОЮ ЛЕЖАЧИМ ЕЛЕКТРОДОМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано технологію отримання зносостійких високовуглецевих покриттів шляхом наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу. Особливість технології полягає в її економічності, яка досягається за рахунок використання в якості основних плавильних матеріалів звичайного дроту (катанки) та графіту, а в якості зварювального обладнання будь якого джерела живлення для ручного дугового зварювання покритим електродом середньої потужності.

Ключові слова: наплавлення, флюс, лежачий електрод, зносостійкі покриття.

Abstract

A technology of wear-resistant coatings by deposition of high-lying electrode submerged arc. The peculiarity of the technology is its cost, which is achieved by using as the main material of conventional melting wire (wire rod) and graphite, as well as welding equipment of any power source for manual arc welding coated electrode medium power.

Keywords: welding, flux, lying electrode, wear-resistant coating.

Вступ

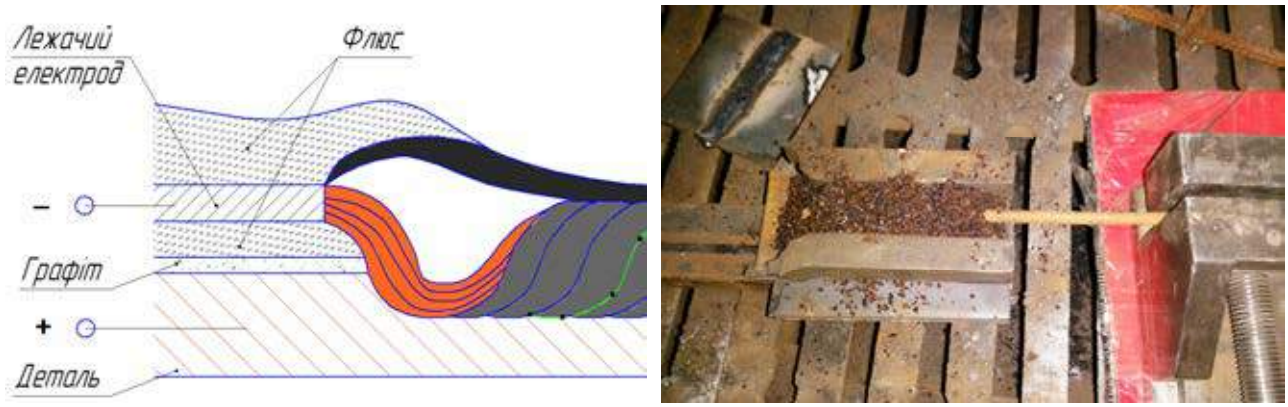
При зварюванні під флюсом зварювальна дуга горить між торцем електрода і виробом під шаром сипучої речовини названою флюсом. Під дією тепла дуги розплавляються електродний дріт і основний метал, а також частина флюсу в зоні зварювання, утворюється порожнина, заповнена парами металу, флюсу і газами. Газова порожнина обмежена в верхній частині оболонкою розплавленого флюсу. Розплавлений флюс, оточуючи газову порожнину, захищає дугу і розплавлений метал у зоні зварювання від шкідливого впливу навколишнього середовища, здійснює металургійну обробку металу в зварювальній ванні [1]. При класичній схемі зварювання під флюсом електрод механізовано подається в зону зварювання перпендикулярно до деталі і переміщується вздовж траєкторії плавлення, при чому, довжина дуги забезпечується постійною завдяки принципу саморегулювання чи обладнанню, що використовується [2]. Основним недоліком такого підходу до зварювання під флюсом є його надмірна механізація, що зробила можливим його використання виключно для промислових потреб. Один із перспективних шляхів вирішення згаданих недоліків полягає у поєднання споріднених процесів в одній технологій [3, 4]. В даній роботі запропоновано новий підхід, який дозволяє використовувати всі металургійні переваги зварювання та наплавлення під флюсом без використання дороговартісного промислового обладнання.

Результати дослідження

Для реалізації процесу наплавлення зносостійкого покриття лежачим електродом під шаром флюсу використано джерело живлення для ручного дугового зварювання покритим електродом УД – 251. В якості плавильних матеріалів використано низьковуглецевий дріт із сталі звичайної якості діаметром 6 мм, графітовий порошок і флюс АН-348А.

Для реалізації процесу наплавлення електрод розміщували паралельно поверхні, що наплавляється з зазором 2-3 мм (рис. 1, а). До кінця електрода приєднували за допомогою спеціального затискача струмопідвід, а у проміжку між електродом і деталлю тонким шаром засипали шар вуглецю у вигляді порошку графіту. Після цього підготовлене місце наплавлення засипали флюсом (рис. 1, б). Дугу запалювали замиканням іншого кінця електрода на виріб за допомогою вугільного стержня. Після запалювання дуга переміщається по мірі розплавлення електроду переплавляючи при цьому шар порошкоподібного графіту. Таким способом можна наплавляти як прямолінійні, так і криволінійні ва-

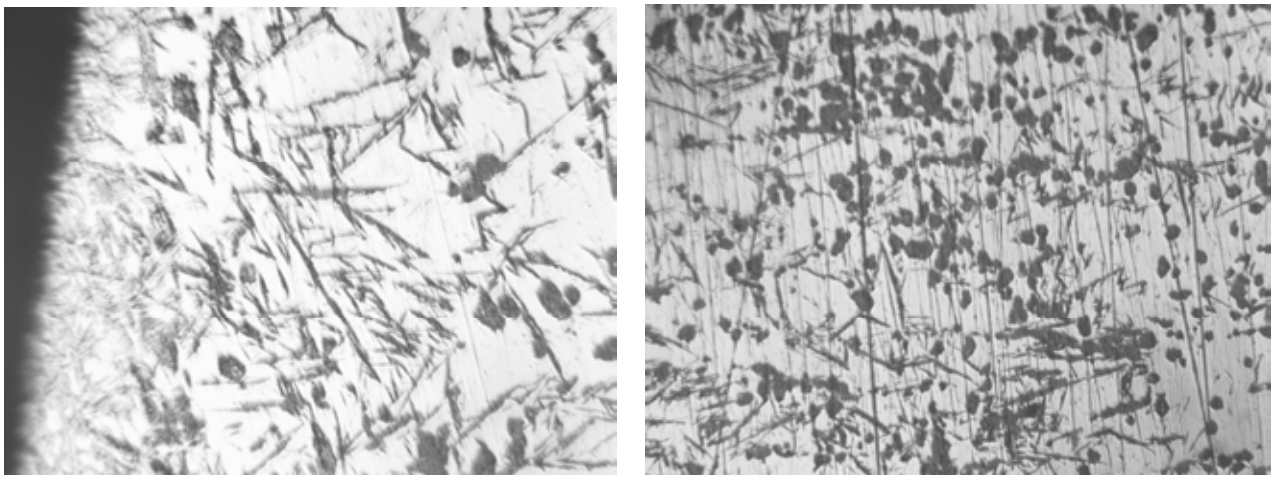
лики не використовуючи для цього спеціальні пристосування і механізми для подачі і переміщення зварювального дроту.



а) б)

Рис.1. Наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу: а – схема; б – приклад реалізації.

Наплавлені зразки з різною кількість графіту випробовували на твердість за Роквеллом. Твердість наплавлених зразків коливається в залежності від кількості графіту і при товщині його шару 0,8 мм досягає свого максимального значення 48 – 50 HRC. З подальшим збільшенням кількості графіту твердість практично не змінюється. Проведеними металографічними дослідженнями встановлено, що в усіх випадках плавлення з додаванням графіту утворилися покриття з мартенситною структурою з високою твердістю і малою пластичністю [5]. Однак не весь графіт розчинився при наплавлені, частина його не розплавилась і залишилась у вигляді графітових кульок, щільність яких зростає із збільшенням товщини графітного шару (рис. 2).



а) б)

Рис.2. Структура металу наплавленого валика: а – з товщиною графітового шару до 0,8 мм; б – з товщиною графітового шару більше 0,8 мм.

Висновки

Запропонована технологія наплавлення лежачим електродом під шаром флюсу з додаванням порошку графіту, не потребує додаткового обладнання для механізації і дозволяє використовувати для свої реалізації побутові джерела живлення, підручні засоби та стандартні пристосування. Твердість наплавлених таким способом покриттів сягає 48 – 50 HRC. Мартенситна структури з включеннями графіту у вигляді кульок різних розмірів та концентрації дає змогу робити висновок про високі зно-

состійкі та фрикційні властивості отриманих покриттів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. — М.: Машиностро- ение, 1974. — 768 с.

2. Найденов А. М. Расчет скорости плавления электродной проволоки при механизированных способах дуговой сварки // Свароч. пр-во. — 1998. — № 6. — С. 10–14.

3. Savulyak V. I. Improvement of strengthening and repair of frame structures welding methods (459,81kb) / V. I. Savulyak, S. A. Zabolotniy, D. V. Bakalets / Tehnomus (135,59kb) «New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies» jornal (504,16kb) / Romainia. – 2013. – №20. – S. 189-192.

4. Савуляк В. І. Поєднання процесів зварювання і високотемпературного паяння для виготовлення та ремонту металоконструкцій / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – № 2(38).– С. 215–220.

5. Размышляев А. Д. Автоматическая электродуговая наплавка ленточным электродом под флюсом: моногрфия / А. Д. Размышляев. – Мариуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 2013. – 180 с.

Бакалець Дмитро Віталійович —ст. викладач, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Bacalets Dmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

УДК 621.791.92

К. В. Бучковський
О.П. Шиліна

ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В роботі показано вплив контактних навантажень на формування властивостей робочого наплавленого шару вала редуктора в процесі модифікації поверхні
Ключові слова :вал редутора, контактні навантаження, наплавлений шар, твердість.

Abstracts
The work shows the influence of contact pressures on the formation of the working properties of the deposited layer in the gear shaft surface modification
Keywords: shaft redutora; contact load, deposited layer, hardness.

Вступ

При роботі вала редуктора, з часом, змінюються геометрія поверхонь тертя і фізико-механічні властивості поверхневих шарів матеріалу деталі, яка проявляється при постійних зовнішніх умовах в погіршенні тертя, температури і інтенсивності зношування.

Перехід від початкового стану поверхонь тертя до встановленого супроводжується важкими не зворотніми явищами, які проходять в тонкому поверхневому шарі.

Процес знакозмінних навантажень призводить до зміни поверхневих шарів вала редуктора і до такого його фізичного стану та такої структури, при якій поверхневий шар має мінімальну потенційну енергію, що і є причиною зносу робочих поверхонь. Ці багаточисельні фактори можна розділити на основні і додаткові.

До основних можна віднести навантажуючі (навантаження, швидкість), вихідні фізико - механічні властивості матеріалу вала і мастильне середовище. До додаткових відносяться температура, яка підвищується під час тертя і пов’язані з нею різні фізико-хімічні зміни при фрикційному контакті. Всі ці фактори взаємопов’язані, тому вивчення їх впливу на роботу вала редуктора визначається значними затратами.

Втрата працездатності вала редуктора виникає на тих ділянках її поверхні, де реалізується силова взаємодія контактних поверхонь.

- поломка від великих перевантажень ударної або навіть статичної дії – попереджають захистом приводу від перевантажень або врахуванням перевантажень при розрахунку;

- втомна поломка, що відбувається під дією змінних напруг протягом порівняно довгого терміну служби – попереджають розрахунком на витривалість.

Причиною не достатньої експлуатаційної стійкості деталей, які працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування зі значними контактними навантаженнями є сучасні тенденції росту експлуатаційних навантажень. Тому актуальним є питання подовженя строку їх служби.

Метою роботи є дослідження наплавленного металу з вибра нним вмістом легуючих елементів під впливом контактних навантажень, та їх вплив на службові властивості матеріалу.

Результати дослідження

Дослідження проводили на заготовках зі сталі Ст.3 ДСТУ 2651-94.

Нанесення наплавочного металу на поверхню зразків здійснювалося електродуговим наплавленням на постійному струмі зворотньої полярності. Джерелом струму був випрямляч ВДУ-504.

Наплавлення проводили електродом марки ЦЛ-11 ГОСТ2246-70, діаметр електроду d=3 мм, на зварювальному струмі 65А та електродом АНО-36 (Е 46) ТМ CONTINENT ГОСТ 9466 діаметр d=4

мм, зварювальний струм 110 А. Хімічний склад електродів наведено в таблиці 1 та 2, а в таблицях 1.1 та 2.1 механічні властивості наплавленного шва.

Таблиця 1 - Хімічний склад електроду марки ЦЛ-11 ГОСТ2246-70

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Nb
0,5	0,77	2	0,004	0,022	19,07	8,8	0,75

Таблиця 1.1 - Механічні властивості

Межа міцності	Відносне подовення	Ударна в'язкість
67 Н/мм^2	32 %	12,8 Дж/см^2

Таблиця 2 - Хімічний склад електроду марки АНО-36 (Е 46) ТМ CONTINENT ГОСТ 9466

C	Mn	Si	P	S
0,11	0,65	0,35	0,035	0,030

Таблиця 2.1- Механічні властивості

Тимчасовий опір, Н/мм^2	Відносне видовження, %	Ударна в'язкість, Дж/см^2
≥450	≥22	≥78

Деформаційне зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Бринелля і Роквелла. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленного метала $HRC_{єо}$, потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавлення сталевої кульки тведомера Бринелля [1].

Ступінь деформаційного зміцнення визначалась за формулою:

$$\Delta = \frac{(HRC_{зп} - HRC_{зо})}{HRC_{зо}} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

де Δ - ступінь деформаційного зміцненного наплавленного металу, %;

$HRC_{зп}$ – твердість у лунці відбитка після «n» вдавлень сталевої кульки приладу Бринелля;

$HRC_{зо}$ – вихідна твердість за твердоміром Роквелла.

При вивченні за цією методикою здатності до деформаційного зміцнення наплавленного металу з високим вмістом хрому встановлено, що значення максимальної твердості в лунці відбитку практично збігається (табл.3)

Таблиця 3 – Ступінь зміцнення матеріалів

Матеріал електорду	Твердість $HRC_{зо}$	Зміцнення після вдавлень:			Δ,%	Макс. твердість, $HRC_{зп}$
		1	2	3		
ЦЛ-11 ГОСТ2246-70	$\frac{22-24}{23}$	$\frac{39-41}{40}$	$\frac{48-53}{51}$	$\frac{48-53}{51}$	121,7	53
АНО-36 (Е 46) ГОСТ 9466	$\frac{15-18}{16}$	$\frac{18-21}{20}$	$\frac{23-26}{25}$	$\frac{33-35}{34}$	118,8	35

За результатами проведених досліджень отримали залежність твердості наплавленного шару від кількості вдавлювань індентора Бринеля, а відповідно від степені деформації наплавленного шару (рисунок 1).

Внаслідок розвитку деформаційного мартенситного перетворення в наплавленному металі елетродом АНО-36, досягнуто показників здатності до зміцненняна рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок рівня легування карбідоутворюючими елементами (хромом, марганцем), а також максимальний показник ступеню зміцнення Δ.

З погляду здатності металу до деформаційного зміцнення і його зносостійкості оцінювалися службові властивості наплавленного металу.

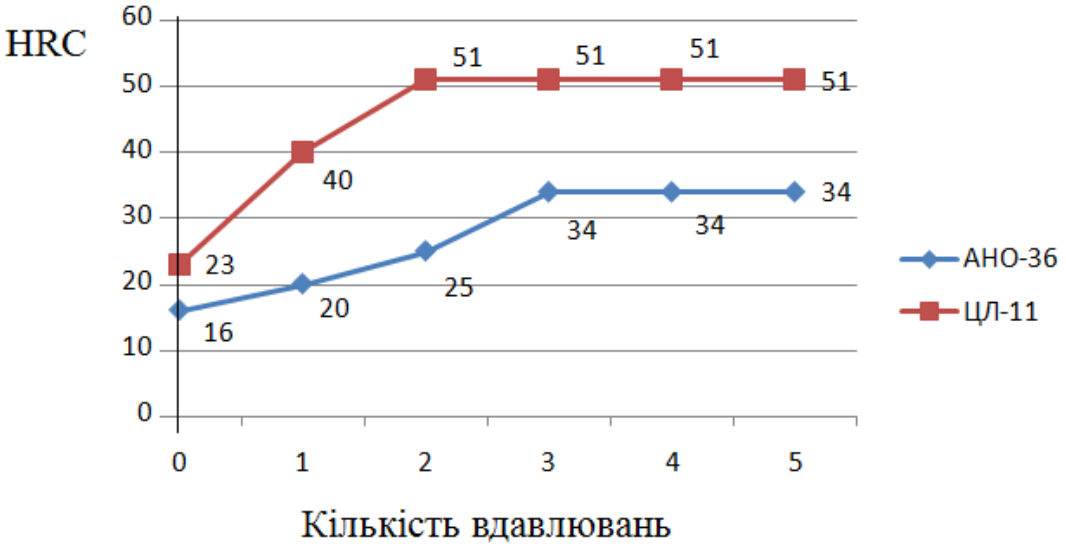


Рис.1. Залежність твердості наплавленного шару від кількості вдавлювань індентора

Висновки

1.Експериментально показана наявність фазових змін під впливом контактних навантажень у наплавленному металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його основу. При цьому твердість наплавленного металу електродом АНО-36 після 25 % деформації складає 31 -35 $HRC_э$, у той час як для наплавленної поверхні електродом ЦЛ-11 тільки 22 – 24 $HRC_э$. Внаслідок цього зносостійкість наплавленного металлу електродом АНО-36 в 1,2 рази вище зносостійкості поверхні наплавленної електродом ЦЛ-11 без деформації.

2. При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість поверхні може бути досягнута не тільки за рахунок легуваня наплавленного металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного перетворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рюмін В.В. Деформационное мартенситное превращение в металле, наплавленном електродами ГР-11 (Є-80Г9Х6С). / Рюмін В.В., Солнцев Л. А., Черников А.И. //Весник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – №82. – С. 50-61

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:epshilina.tpz@gmail.com

Бучковський Костянтин Валентинович – студент групи ЗВ-13б, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kbuchkovskiy@mail.ua

Shilina Olena Pavlivna – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance,Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Buchkovskiy Kostiantin Valentinovich – student of the ZV-13в, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kbuchkovskiy@mail.ua

УДК 621.3

П.В. Левандовський
О.П. Шиліна

ВПЛИВ ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТРУКТУРУ У ПОВЕХНЕВОМУ ШАРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В роботі показано вплив кількості наплавлених шарів на долю участі основного металу в наплавленному шарі та формування його властивостей в процесі модифікації поверхні
Ключові слова*:* основний метал, наплавлений шар, мікроструктура, цементит, аустеніт.

Abstracts
The work shows the influence of the number of layers deposited on the fate participation in base metal surfacing layer and forming its properties during surface modification.
Keywords: *base metal, weld layer, microstructure, cement, austenite*.

Вступ

Різні дугові методи наплавлення відрізняються один від одного тепловою підготовкою основного та наплавляємого металів. Наприклад, при плазмовому наплавленні з струмопровідним електродом, тепловкладення відбувається у присаджувальний дріт, основний метал нагрівається застигаючими потоками плазми дуги та теплотою перегрітого металу, що наплавляється.

При ручному дуговому наплавленні покритими електродами, а особливо механізованими способами відсоток основного металу у наплавленому шарі γ_o не може бути менш як 0,2, тому що виникає загроза не проплавлення. При збільшенні товщини деталі підсилюється тепловідвід і зменшується проплавлення основного металу, при автоматичному наплавленні під шаром флюсу γ_o = 0,27…0,60; при ручному дуговому наплавленні покритим електродом $\gamma_{o=}$ 0,25…0,40; автоматичне наплавлення під шаром флюсу з присаджувальним дротом γ_o = 0,17…0,2; автоматичне наплавлення під шаром флюсу зі стрічковим електродом γ_o = 0,1…0,16; плазмовий потік із струмопровідним дротом γ_o = 0,04…0,07. [2]

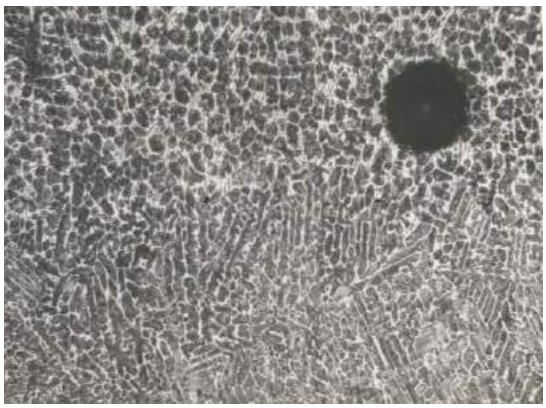
Результати дослідження

На зразок із сірого чавуну наплавили порошковий дріт у два шари.

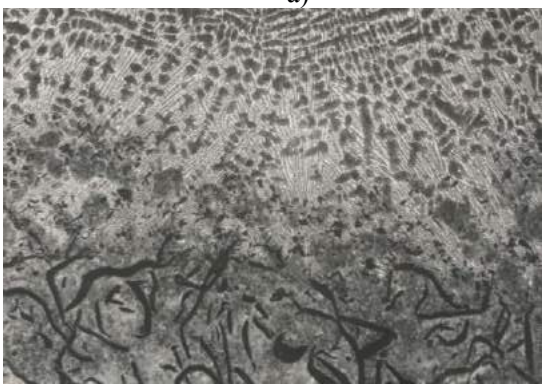
Хімічний склад наплавленого порошковим дротом шару наступний: вуглець 2,2…2,5 %; хром 1,5…2,0 %; кремній 0,9…1,0 %; марганець 1,4…1,6 %; титан ≤ 0,1 %; бор ≤ 0,1 %. В наплавленому шарі отримали структуру доевтектичного білого чавуну з твердістю HRCє 45…50 од. Спостерігаються мікророзподілення хрому на поверхні наплавленого шару у межах від 1,5 до 2,4 % Cr. Структура наплавленного шару складається з ділянок ледебуритного цементиту та перліту.

Ділянки мікроструктури наплавленої поверхні у два шари. Товщина першого шару становить 3 мм; другого приблизно 2,5 мм. На мікроструктурі видно плавний перехід від основного до наплавленого металів . Перший наплавлений шар насичений вуглецем, вміст якого у ньому досягає 3,0…3,3%. Це пояснюється змішуванням високовуглецевого основного металу та порошкового дроту. Вміст вуглецю у другому шарі нижче і складає ≈ 2,7 % вуглецю. На рис. 1,а показана мікроструктура зони сплавлення порошкового дроту з основою. На границі спостерігаються залишки неповністю розчинених графітних включень. У цій зоні нема дефектів, що пояснюється сильною дією розкислення кремнію, що містить чавун.

Друга зона сплавлення оплавленого сірого чавуну з металом дроту (– між першим та другим шаром наплавлення) має невелику кількість макроскопічних дефектів (у вигляді дрібних газових пухирців); вірогідно, у цій зоні кремнію було недостатньо для попередження взаємодії з вуглецем окислів, які утворилися на поверхні металу після першого наплавлення.



а)



б)

Рис. 1– Мікроструктура двошарової наплавки порошковим дротом на сірий чавун:
а) – зона сплавлення проволоки з основою; б) – зона сплавлення першого та другого шарів. (х100)

Рентгеноструктурний аналіз в Co - K_α випромінюванні показав, що як перший наплавлений шар, так і другий складаються із двох фаз: α – твердий розчин заліза та цементит (майже повна відсутність залишкового аустеніту, що пояснюється сильним прогрівом та повільним охолодженням наплавлених шарів у випадку подвійного наплавлення)

Висновки

Багатошарове плавлення сприяє зниженню енергоємності процесу та суттєво впливає на якість наплавленного шару. Структура наплавленного шару відповідає структурі зносостійкого легованого білого чавуну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Власов, А. Ф. Наплавлення : навч. посібник / А.Ф. Власов [та інш.]. – Краматорськ, ДДМА, 2010. – 336 с.
2. Кузнецов, В. Д. Фізико-хімічні основи створення покриттів./ В. Д. Кузнецов, В. М. Пащенко. – Навч. посібник. – К. : НМЦВО, 1999. – 176 с.

Левандовський Павло Волордимирович–студент групи ЗВ-16м, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:kyivstarxp@gmail.com.
Шиліна Олена Павлівна–канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, epshilina.tpz@mail.ru

LevandovskiyPavloVolodimirovich–student ofthe ZV-16м, Faculty of Mechanical Engineering and Transport Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email:kyivstarxp@gmail.com.
ShilinaOlenaPavlivna–Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor ofdepartment of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, epshilina.tpz@mail.ru

УДК 621.3.038

М. П. Сідлак
О.П. Шиліна

ВЛАСТИВОСТІ ТА ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ЛЕГОВАНИХ ВАНАДІЄМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В роботі показано вплив ванадію на мікроструктуру робочого наплавленого шару та формування його властивостей в процесі модифікації поверхні
Ключові слова*:* феррованадій, наплавлений шар, мікротвердість, евтектика, карбіди.

Abstracts
The work shows the influence of vanadium on microstructure working deposited layer and the formation of its properties in the surface modification
Keywords: Ferrovanadium, weld layer, microhardness, eutectic, carbides.

Вступ

Останнім часом все частіше застосовується микролегування ванадієм конструкційних сталей, що значно підвищує їх якість. Ванадій зв'язує азот і знижує чутливість сталі до старіння, підвищує твердість, зносостійкість, а також підвищує теплостійкість сталі. Ванадій широко використовують при виробництві конструкційних, жароміцних та інструментальних сталей. Для легування стали ванадієм використовують феррованадій або спеціальні ванадіймісткі лігатури [1].

Метою роботи є дослідження впливу ванадію на мікроструктуру, мікротвердість та твердість робочої наплавленої поверхні, як наслідок, створення покриття з заданими технологічними властивостями.

Технічною задачею, яка вирішується в даній роботі, є підвищення мікротвердості покриття та створення структури покриття, що відповідвє принципу Шарпі-Бочвара.

Результати дослідження

Для проведення наплавлення використана вдосконалена установка УД - 209М.

На попередньо підготовлені до наплавлювання шийки вала зі сталі 40Х діаметром 50 мм рівномірно наноситься паста на основі феррованадію, що забезпечується обертанням деталі та поступальним переміщенням пасти вздовж поверхні.

В якості легувальної пасти використовували феррованадій марки ФВд50У0,4. Паста складається із порошку ферованадію замішана на силікатному клеї. Паста на поверхню зразка нанесена товщиною ≈ 1 мм, просушувалась. Зразок з нанесеним шлікерним покриттям феррованадію на основі силікатного клею, встановлено на наплавочній установці УД – 209 М. Після чого провели наплавлення дротом 30 ХГСА на режимах згідно розрахунку.

На рисунку 1 показано наплавлені валики на зразок дротом 30ХГСА (позиція 1) та з нанесеною пастою із додаванням феррованадію (позиція 2) .

Приготування шліфів для проведення металографічних досліджень здійснювалось за стандартними методиками. Труїння шліфів проводили 5% розчином азотної кислоти (ниталь – $HNO_3 + 5H_2O$).

Металографічні дослідження отриманих зразків проводились на мікроскопі МІМ–8. Дюрометричні випробування проводились за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3 методом вдавлювання алмазної пірамідки під навантаженням від 0.5 до 2 Н. Як інструмент для вдавлювання використовувалась алмазна пірамідка з квадратною основою та кутом при вершині між протилежними гранями 136°.

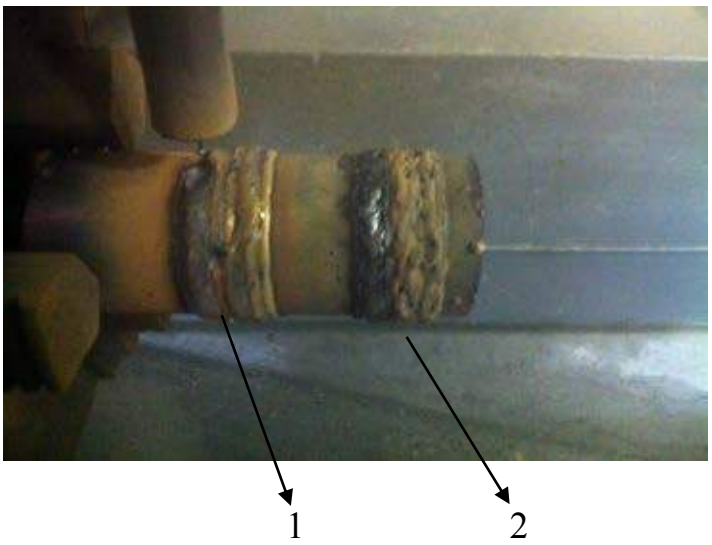


Рис. 1 - Наплавлені валки дротом 30ХГСА (позиція 1) та валки з обмащенням на основі феррованадію наплавлені дротом 30ХГСА (позиція 2)

Розподіл мікротвердості на зразках наплавленних на сталь 40Х, без обмащення - рисунок 2 та з нанесеним обмащенням на основі феррованадію показано на рисунку 3. Порівняльний аналіз показав, що зразки обмащенні ферованадієм мають рівень мікротвердості значно вищий, який досягає 600 МПа на відстані 1.0 мм від поверхні. Рівень максимальної мікротвердості 450 МПа, на зразку без обмащення, відповідає твердості на глибині 1,5 мм на зразках з обмащенням. Тобто з використанням обмащення отримали значне збільшення товщини зміцненого шару зі збереженням якості поверхневого шару без тріщин, пор та напливів. Це пояснюється тим, що при визначеній кількості ванадію у металі кристалізується евтектика, яка складається з карбіду ванадію $VC_{0,88та}$ аустеніту, при застиганні з перліту та $VC_{0,88}$. Ця евтектика має інвертовану структуру – в ній матрицею слугує перліт, в якому вкраплена карбідна фаза, тобто повністю відповідає принципу Шарпі-Бочвару. Дослідження [2] показали, що повна «інверсія» мікроструктури карбідної евтектики досягається при вмісті не менш як 10-12 % ванадію у чавунах зі звичайним вмістом вуглецю (2,8 – 3,3 %). Така незвичайна мікроструктура забезпечує високу міцність, в'язкість та зносостійкість металу. Можливо це пояснюється тим, що завдяки нагріву електричною дугою матеріалу деталі внутрішні та поверхневі шари металу встигають розігріватися до більш високих температур. Враховуючі супутній нагрів деталі до 400-500ºС, додаткове підвищення температури на 300-325ºС вже переводе метал у область фазових перетворень, які в цих умовах більш повно встигає проводити дифузію ванадію вглиб металу, що сприяє проникненню зміцненого шару на більшу глибину.

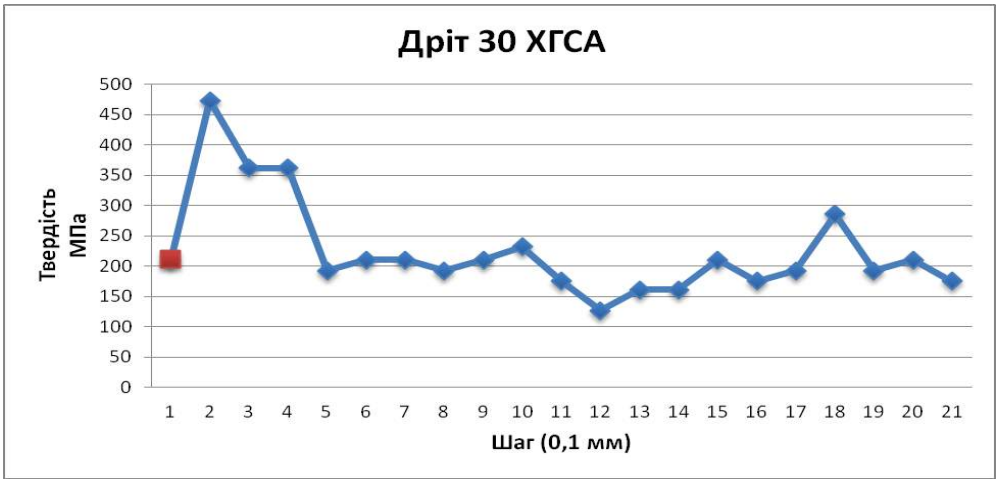


Рис. 2 – Розподіл мікротвердісті наплавленного шару дротом 30ХГСА

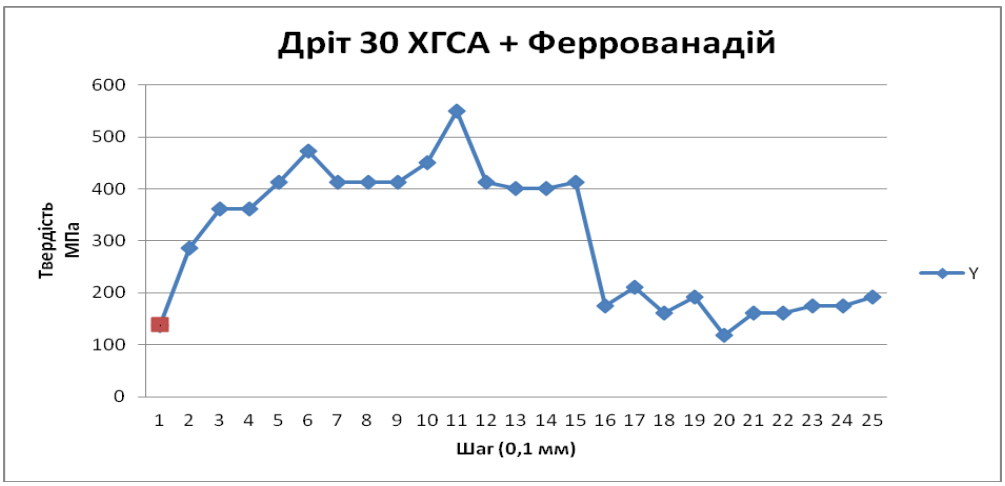


Рис. 3 – Розподіл мікротвердісті наплавленного шару дротом 30ХГСА з феровандієм

На рисунку 4 показана мікроструктура наплавленої поверхні з обмазкою на основі феррованадію. Підвищена твердість на глибині 1.5мм пояснюється появою в структурі карбідів ванадію, рівномірно розташованих у матриці (перліті). Такий тип мікроструктури відповідає принципу Шарпі-Бочвара. Крім того, однією з цілей, які постали перед легуванням, є стабілізування цементиту у зоні тертя та зношування.

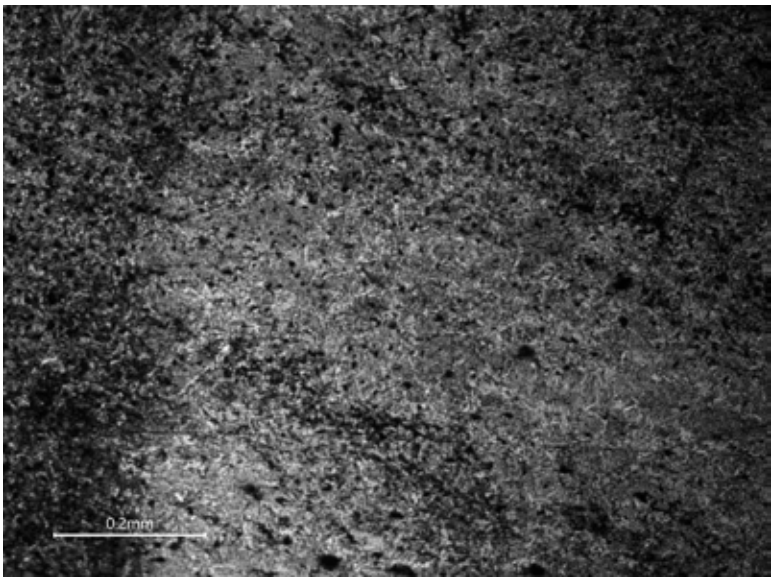


Рис. 4 – Мікроструктура наплавленого металу сталі 40Х проволкою 30ХГСА з феррованадієм.

Висновки

Аналіз отриманих результатів показав:

- оброблена поверхня залишається гладенькою, незалежно від того, що вона тимчасово переходить у твердо-рідкий стан;
- досягається оптимальна об’ємна структура, при якій тверді зони, що складаються з більш крихкого матеріалу, ізольовані одна від одної, а між ними розташована безперервна матриця з в’язкого незміцненого матеріалу – виконується так званий принцип Шарпі-Бочвара.
- ефективність застосування порошкової суміші з використанням ванадію (ванадієвомістких сумішей) для забеспечення експлуатаційних властивостей деталей машин після наплавлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузнецов, В. Д. Фізико-хімічні основи створення покриттів / В. Д. Кузнецов, В. М. Пащенко. – Навч. посібник. – К. : НМЦВО, 1999. – 176 с.

2. Жуков, А.А. Геометрическая термодинамика сплавов железа / А. А. Жуков – М.: Металлургия, – 1971. – 272 с.

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:epshilina.tpz@gmail.com

Сідлак Максим Петрович – студент групи ЗВ-16м, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maxim.sidlak@yandex.ua

Shilina Olena Pavlivna – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance,Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Sidlak Maksim Petrovitch – student of the ZV-16м, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: e-mail: maxim.sidlak@yandex.ua

УДК 621.791.92

С. Д. Кліменко
О.П. Шиліна

ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ МОЛОТКІВ ЗЕРНОДРОБАРКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В роботі показано вплив контактних навантажень на формування властивостей робочого наплавленого шарумолотків зернодробарки в процесі модифікації поверхні
Ключові слова*:* молотки зернодробарки, контактні навантаження, наплавлений шар, твердість.

Annotation
The work shows the influence of contact pressures on the formation of the working properties of the deposited sharumolotkiv crusher in the process of surface modification.
Keywords: hammer crusher, contact load, deposited layer, hardness.

Вступ

Сучасні тенденції росту експлуатаційних навантажень на деталі, які працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування зі значними контактними навантаженнями, є причиною того, що вони не мають достатньої експлуатаційної стійкості. Тому актуальним є питання продовження строку їх служби, якщо вони виготовляються з коштовних сталей.

Побутові подрібнювачі (зернодробарки) є незамінним пристосуванням в приватному та фермерському господарствах. Вони призначені для подрібнення різних зернових культур (ячменю, пшениці, жита, гречки, кукурудзи) з метою приготування кормів для домашніх тварин або птахів.

В основі роботи подрібнювача - відцентрова сила під дією якої швидко обертаються молоточки (ножі). Такий принцип роботи чимось схожий на роботу знайомої всім кавомолки, але існують сильні відмінності. По-перше, потужність зернодробарки у багато разів вища. По-друге, ножі зернодробарки працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування, що є причиною швидкого зношування молотків. Крупність подрібнення залежить від встановленого в млині сита.

Молоток зернодробарки – це металева пластина, яка закріплена на диску барабана і вільно обертається під дією відцентрових сил. Коли диск набирає обертів, молотки обертаються і подрібнюють зерно. Виготовляється зі сталі 65Г ГОСТ 4543-71. Використовуються різні способи загартування молотків, як в об'ємній печі, так і в ТВЧ. Після термічної обробки, твердість готових виробів становить від 53 ... 56 $HRC_э$.

Метою роботи є дослідження впливу контактних навантажень на властивості робочого наплавленного шару, як наслідок, створення покриття з заданими технологічними властивостями.

Результати дослідження

Дослідження проводили на заготовках молотка зернодробарки зі сталь 65Г ГОСТ 4543-71.

Нанесення наплавочного металу на робочі поверхні молотків здійснювалося електродуговим наплавленням на постійному струмі зворотньої полярності. Джерелом струму був випрямляч ВДУ-504.

Наплавлення проводили електродом ОК61.30/308L-17 ГОСТ 10052-75 діаметром d=3 мм, на зварювальному струмі 65А та електродом НИИ-48Г ГОСТ 9466-75 діаметром d=4 мм, зварювальний струм 110 А. Хімічний склад електродів наведено в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1 – Хімічний склад електрода ОК61.30/308L-17 ГОСТ 10052-75

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
max 0,03	0,70	0,90	19,3	10,0	max 0,025	max 0,020

Таблиця 2 – Хімічний склад електрода – НИИ-48Г ГОСТ 9466-75

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
max 0,13	4,8-7,0	0,5-1,2	18,5-21,5	8,5-11,0	max 0,035	max 0,020

Деформаційне зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Бринелля і Роквелла. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленного метала $HRC_{єо}$, потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавлення сталевої кульки тведомера Бринелля [1].

Ступінь деформаційного зміцнення визначалась за формулою:

$$\Delta = \frac{(HRC_{зп} - HRC_{зо})}{HRC_{зо}} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

де Δ - ступінь деформаційного зміцненного наплавленного металу, %;

$HRC_{зп}$ – твердість у лунці відбитка після «n» вдавлень сталевої кульки приладу Бринелля;

$HRC_{зо}$ – вихідна твердість за твердоміром Роквелла.

За результатами проведених досліджень отримали залежність твердості наплавленного шару від кількості вдавлювань індентора Бринеля, а відповідно від степені деформації наплавленного шару (рисунок 1)

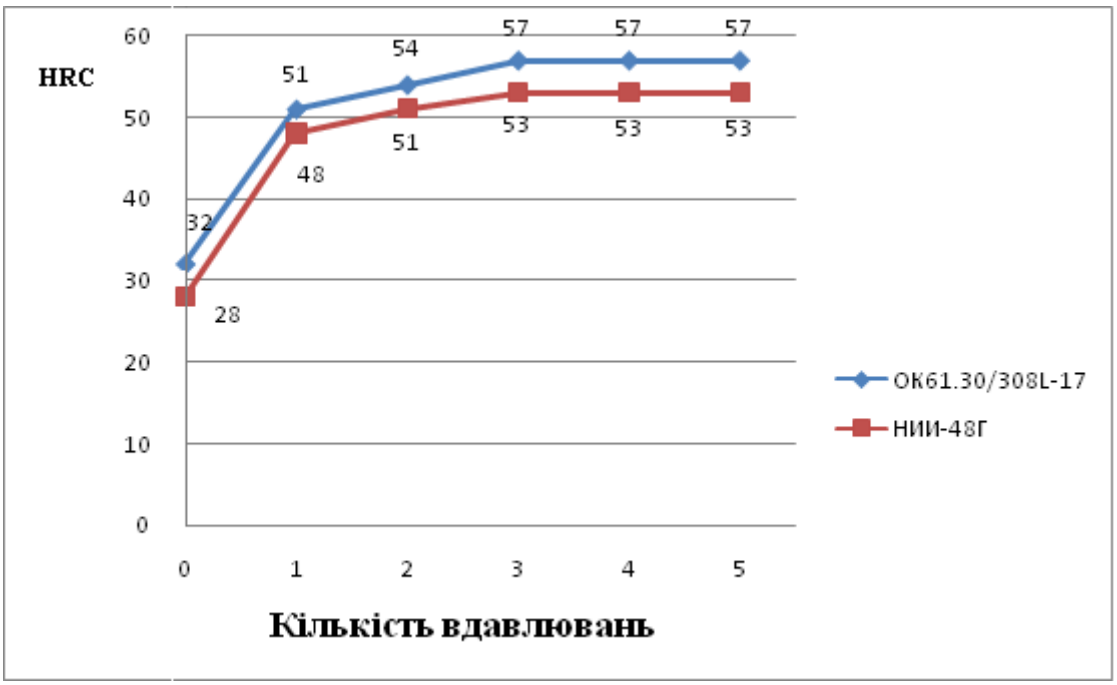


Рис. 1. Залежність твердості наплавленного шару від кількості вдавлювань індентора Бринеля

Встановлено, що максимальна твердість $HRC_э$, у лунці відбитка досягається після третього вдавлення кульки в поверхню наплавленного металлу електродом ОК61.30/308L-17 ГОСТ 10052-75, у той час як для наплавочного електродом НИИ-48Г ГОСТ 9466-75 її максимальне значення досягається після третього вдавлення, що говорить про інтенсивну сприятливість до деформаційного зміцнення, наплавленого металу (Рис. 1).

Висновок про те, що зміцнення наплавленного металу під впливом контактних навантажень здійснюється в результаті наклепу і додатково за рахунок деформаційного мартенситного перетворення зроблено на підставі дослідження мікроструктури наплавленного металу методами оптичної мікроструктури.

Під впливом контактних навантажень (деформація стиску) найбільш інтенсивні зміни (виділення карбідів, утворення пакетів ліній ковзання) зафіксоване при ε =10-25 %. Початок деформаційного мартинситного перетворення зафіксоване при ε =20-25 %.

При вивчені за цією методикою здібності до деформаційного зміцнення наплавленного металу з високим вмістом легуючих елементів встановлено, що значення максимальної твердості в лунці відбитку практично збігаються.

Внаслідок розвитку деформаційного мартенситного перетворення в наплавленному металі, досягнуто показників здатності до зміцненняна рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок рівня легування карбідоутворюючим елементом (марганцем), а також максимальний показник ступеню зміцнення Δ.

З погляду здатності металу до деформаційного зміцнення і його зносостійкості оцінювалися службові властивості наплавленного металу.

Висновки

1.Експериментально показана наявність фазових змін під впливом пластичної деформації у наплавленному металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його аутенітну основу. При цьому твердість наплавленного металу після 25 % деформації складає 51 -54 $HRC_э$, у той час як для наплавленної поверхні електродом НИИ-48Г тільки 48 - 51$HRC_э$. Внаслідок цього зносостійкість наплавленного металлу електродом ОК61.30/308L-17 в 1,2 рази вище зносостійкості поверхні наплавленної електродом НИИ-48Г.

2. При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість (56-58 $HRC_э$) може бути досягнута не тільки за рахунок легуваня наплавленного металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного матенситного перетворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рюмін В.В. Деформационное мартенситное превращение в металле, наплавленном електродами ГР-11 (Є-80Г9Х6С). / Рюмін В.В., Солнцев Л. А., Черников А.И. //Весник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – №82. – С. 50-61

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:epshilina.tpz@gmail.com

Кліменко Сергій Дмитрович – студент групи ЗВ-13б, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergijklimenko@gmail.com

Shilina Olena Pavlivna – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance,Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Klimenko Sergiy Dmitrovich – student of the ZV-13в, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: sergijklimenko@gmail.com

УДК 681.5.011

О. С. Хоменко
В. І. Савуляк

КОРЕЛЯЦІЯ МІЖ ТВЕРДІСТЮ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЮ ШНЕКА ДЛЯ ЕКСТРУЗІЇ ПЕЛЕТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Експериментально доведено позитивний вплив наплавлення матеріалами з високою твердістю на зносостійкість шнека для виготовлення пелет. Показано, що збільшення твердості робочої поверхні шнека з 40 HRC до 55 HRC у пять разів зменшує знос за рівних умов.

Ключові слова: екструзія, пелети, твердість, знос, наплавлення.

Abstract

Experimentally proved the positive effect of surfacing materials with high hardness on the wear resistance of the screw for making pellets. It is shown that the increase in the hardness of the working surface of the screw HRC 40 to HRC 55 in five times reduces wear on equal terms.

Keywords: extrusion, pellets, hardness, wear, surfacing .

Вступ

Останнім часом з’явився величезний інтерес до виробництва твердого біопалива у вигляді так званих пелетів. Це дозволяє промисловості одразу вирішувати декілька питань: застосування відходів деревообробки (стружки і тирси) як сировини для виготовлення пелетів й створення альтернативного та екологічно чистого палива. Одним із пріоритетних методів одержання пелетів є шнекова екструзія, яка здійснюється спеціальними прес-екструдерами. Оскільки даний метод відзначається високою продуктивністю і якістю продукції, то його застосування є раціональним. Проте на даному етапі існує суттєва проблема, яка полягає у тому, що робочий орган прес-екструдера (шнек) швидко зношується у процесі екструзії. Тому виникає необхідність у підвищенні зносостійкості шнека, що збільшить економічну ефективність виробництва пелетів методом шнекової екструзії.

Результати дослідження

З цією метою досліджується взаємозв’язок (залежність) між твердістю шнекової поверхні та величиною зношування. Для цього було здійснено експеримент, у ході якого зношуванню у середовищі дерев’яної стружки піддавалися окремо в однакових умовах (під тиском 0,14 МПа) зразки з твердістю поверхні відповідно 40 HRC (твердість поверхні шнека) і 55 HRC.

На основі даних, отриманих у ході експерименту, було побудовано криві зносу для розглянутих зразків, що відображено на рис. 1.

З рисунку 1 видно, що при твердості поверхні 55 HRC масовий знос менший, ніж при твердості 40 HRC. Тобто зносостійкість зразка, який має більшу твердість, вища, ніж для зразка з меншою твердістю при однакових умовах зношування (більшій твердості відповідає більша зносостійкість).

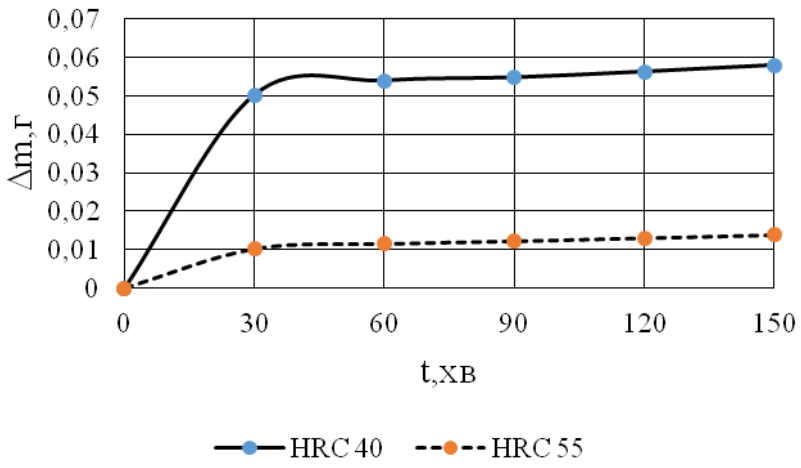


Рис. 1. Криві зносу для зразків твердістю 40 і 55 HRC

З огляду на це, можна зробити висновок, що в умовах зношування, яке виникає під час екструзії пелет, збільшенням твердості поверхні шнека можна досягти підвищення його зносостійкості. Цього можна досягти за рахунок наплавлення високовуглецевих покриттів з легуванням вуглецевими матеріалами та карбідотвірними металами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон/ В. І. Савуляк, С.А.Заболотний, В.Й. Шенфельд// Проблеми трибології. – 2010. - №1. – С. 66-70.
2. Побудова та аналіз моделей металевих сплавів. Монографія / В. І. Савуляк, А. О. Жуков, Г. О. Чорна . УНІВЕРСУМ. Вінниця,1999. – 200 с.

Олександр Сергійович Хоменко — студент групи 13В–14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: homenko.1996@ukr.net; тел. +380963507247, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів 5.

Савуляк Валерій Іванович - професор д.т.н., завідувач кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail:korsav84@gmail.com,тел. +380963507247, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів 3.

Alexander Homenko – student of 1 Sv-14b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: homenko.1996@ukr.net; Ukraine, 21021, Vinnytsya, Vinnytsya,V. Internacionalistiv str., 5.

Savulyak Valeriy – professor, doctor of technical science , Vinnytsia National Technical University, e-mail: korsav84@gmail.com, tel.+380963507247, Ukraine, 21021, Vinnytsya, V. Internacionalistiv str., 3.

УДК 620.19:636

В. О. Криворучко
В. І.Савуляк

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОГОЮ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В даній статі досліджено технологічний спосіб підвищення зносостійкості за допомогою електроіскрового легування. Він ґрунтується на принципі електроерозії унаслідок якої під час виникнення електроіскрового розряду метал легувального електроду переноситься на електрод (деталь).

Ключові слова: технологія, елетроіскрове легування, підвищення зносостійкості.

Abstract
In this sex researched technological way to improve durability using electric-doping. It is based on the principle of electric erosion which resulted in the emergence of electric-discharge electrode alloying metal is transferred to the electrode (detail).

Keywords: technologi, eletro spark doping, increasing durability.

Вступ

На практиці часто виникає необхідність: підвищити зносостійкість деталі, відновити зношену деталь, електричні властивості струмопровідних поверхонь, зменшити перехідні опори електричних контактів, їх зношення, заміна спеціальних сталей менш дефіцитними або більш дешевими з мінімальними витратами та з максимальною ефективністю. Всі ці проблеми можливо вирішити за допомогою електроіскрового легування, яке дозволяє виконати всі ці функції. А працює воно за наступним принципом: до електродів, один з яких деталь, що легується, (катод), а інший - легуючий метал (анод), докласти імпульсну напругу і звести електроди до появи іскрового розряду, то між анодом і катодом потече імпульсний струм великої щільності. Внаслідок цього в точці іскрового розряду на поверхні електродів (переважно на аноді) метал розігрівається і частково випаровується. Краплі розплавленого металу з анода прямують до поверхні катода під дією електромагнітного поля. Після закінчення дії імпульсу струму рух краплі не припиняється і метал досягає поверхні катода. Досягнувши поверхні катода, розплавлені частинки анода впроваджуються в розплавлену лунку на поверхні катода і змішуються з металом катода, та частково осідають на кромці лунки і приварюються до неї. Якщо переміщати анод по якійсь лінії, то отримаємо ряд лунок зі зміненим складом металу, тобто з новими сплавом і структурою. Щоб отримати порівняно гладеньку зміцнену поверхню, анод потрібно переміщати щодо катода за час паузи між імпульсами, яке за тривалістю від 0,01 с, не більше ніж на 1/4 діаметра лунки. В цьому випадку відбувається необхідне перемішування і взаємне проникнення розплавленого металу обох електродів один в одного і поліпшення якості обробленої поверхні.

В електроіскровій машині, яка зображена на рис.1, обертаються деталь (3) та барабан(4), до якого шарнірно прикріплені легувальні електроди (2) які переносять частинки металу на деталь(3).

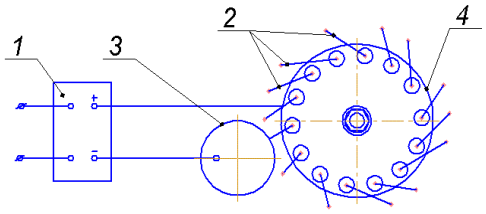


Рис.1. Схема електроіскрового легування
1 – Джерело струму; 2 – Легувальні електроди; 3 – Деталь; 4 – Барабан

Результати дослідження

В ході дослідження встановлена висока продуктивність такої установки. Внаслідок легування та високої швидкості охолодження перенесеного металу за рахунок тепловідведення в метал значно підвищується твердість поверхні.

Рис.2. Деталь після електроіскрової обробки

Савуляк Валерій Іванович - професор д.т.н., завідувач кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail:korsav84@gmail.com,тел. +380963507247, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів 3.

Криворучко Валерій Олександрович – студент групи 1ЗВ-14б, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: krivoruchko1997@gmail.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів, 5.

Savulyak Valeriy Ivanovich –professor, doctor of technical science , Vinnytsia National Technical University, e-mail: korsav84@gmail.com, tel.+380963507247, Ukraine, 21021, Vinnytsya,
V. Internacionalistiv str. 3.

Kryvoruchko Valery - student group 1ZV-14в, Department of Technology improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: krivoruchko1997@gmail.ua,Ukraine, 21021, Vinnytsya, Vinnytsya,V. Internacionalistiv str. 5.

УДК 621.791.011

В. І. Савуляк
О. В. Поступайло

МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ РІЗНОТОВЩИННИХ З'ЄДНАНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

За допомогою математичного моделювання методом кінцевого елементного аналізу досліджено залежності форми нероз'ємних різнотовщинних з'єднань на теплові поля процесів їх утворення. І як наслідок досліджено можливість використання матеріалів та методів для паралельного забезпечення герметичності з'єднання супутніми процесами.

Ключові слова: Математичне модулювання, різнотовщинні з'єднання, зварювання, пайка, герметизація.

Abstract

Using mathematical modeling method of end element analysis to studied dependent one-piece differently the thickness compounds form connections to thermal processes field of of production processes. As a result studied the possibility of using materials and methods to ensure the tightness of connections underlying processes.

Keywords: Mathematical modulating, varying the thickness connection, welding, soldering, sealing.

Вступ

Різнотовщинні з'єднання [1] характеризуються поєднанням елементів з великою різницею товщини та як наслідок теплоємкості. Що створює проблему тепловідводу при створенні зварних з'єднань і як наслідок характерний спільний дефект – жолоблення оболонкового тіла. Способи зменшення жолоблення шляхом утворення несуцільних, переривчастих або точкових зварних швів вимагають додаткових супровідних технологій надання герметичності з'єднанню. Такими способами є склеювання та спаювання тіл між собою [2].

Метою роботи є виявлення залежностей впливу елементів перерізу різнотовщинних з'єднання на матеріали та місця їх використання по відношенню до зварного з'єднання.

Результати дослідження

У якості об'єкта дослідження було обрано переріз зварного з'єднання утвореного електродуговим способом. Елементи з'єднання це масивна труба прямокутної форми з незмінною товщиною стінки у 5 мм та ряд листових тіл змінної товщини у межах від 0,7 мм до 3 мм. Зварювання у напуск, режими підібрані згідно державних стандартів, матеріал деталей – конструкційна сталь.

Математичне моделювання з'єднання відбувалось методом кінцевого елементного аналізу з вихідним результатом у вигляді теплових полів спричинених процесом приварювання деталей [3]. Модель представляє собою переріз різнотовщинного зварного з'єднання (рис. 1). Після дослідні моделі аналізувались та порівнювались з метою встановлення закономірностей та числових значень температури в тілах на віддалені від джерела тепла.

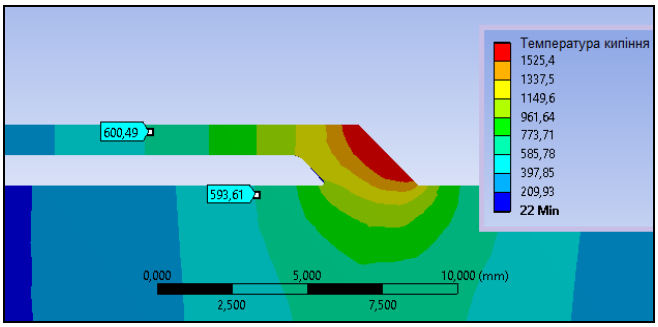


Рис. 1. Теплові поля у дослідному зразку

Після процесу моделювання кожного дослідного зразку та перевірки контрольних температур впливу реального процесу зварювання різнотовщинних елементів конструкції було підтверджена правильність математичних моделей. Процес аналізу теплових полів розпочався з виділення ряду відрізків обмежених центром зварного шва (як місця з найбільшою температурою, та зручністю вимірювання) та ділянками з температурами: 900^0 С, 600^0 С, 400^0 С, 200^0 С та 100^0 С відповідно (рис. 2).

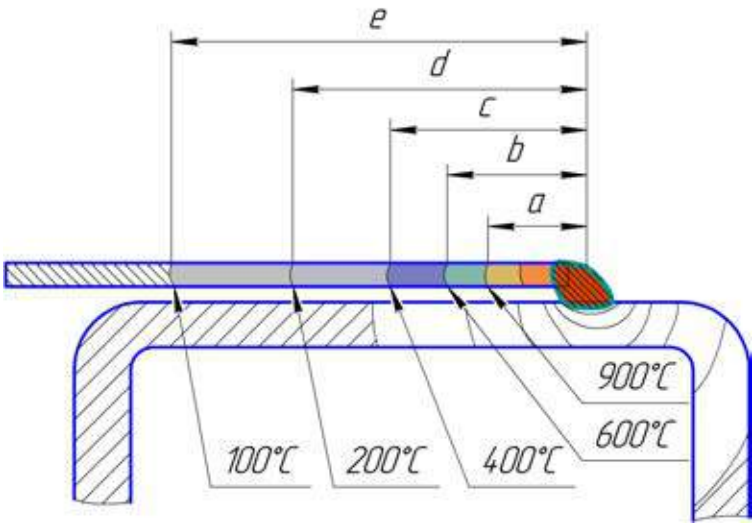


Рис. 2. Виділений ряд теплових відрізків

Аналіз дозволив виявити залежності ділянок теплових полів, які представлені на рисунку 3. Створений графік цих залежностей приведених до співвідношення з відрізком від центра шва до початку зони синьоламкості (біля 600^0 С), яка обрана через зручність її знаходження візуально на будь-які зоні термічного впливу зварного шва. Використання створеного графіка залежностей дозволить без використання додаткових вимірювальних пристроїв встановлювати межі теплових полів.

Наступним кроком буде вибір герметизуючого матеріалу який і буде за його основною характеристику, тобто температурою його плавлення (для припою) або робочою температурою, визначати, при використанні сформованого графіка залежносте, віддаленість від місця з'єднання.

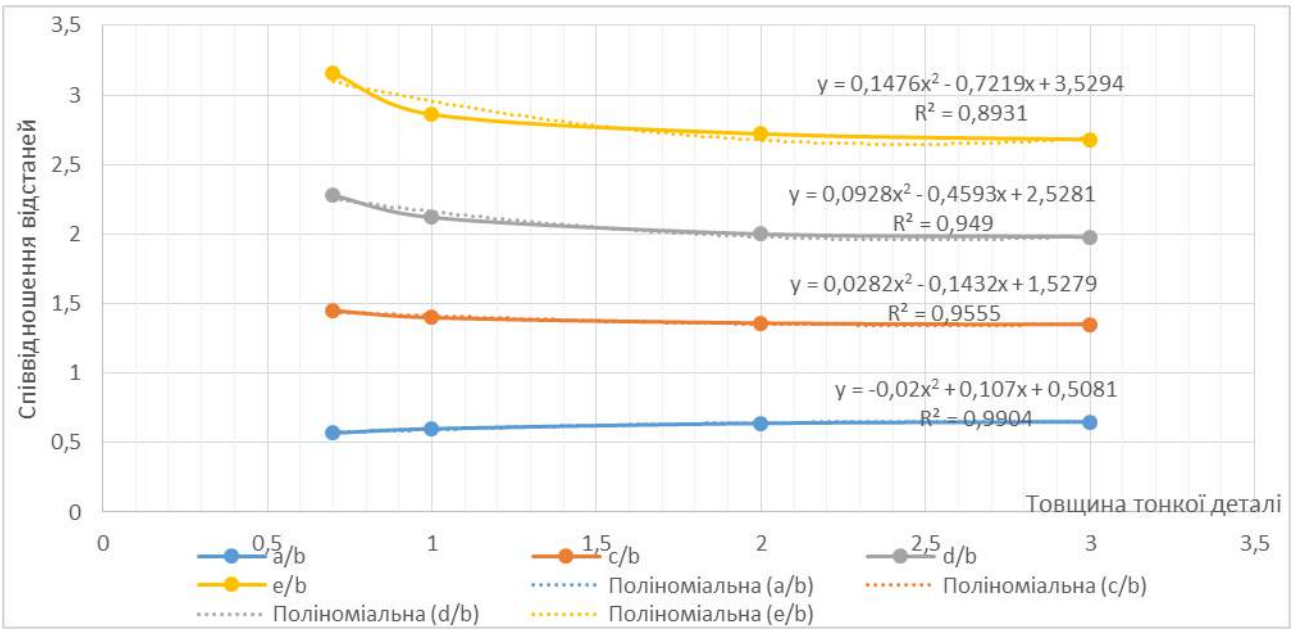


Рис. 3. Залежності розмірів дослідних ділянок теплових полів від товщини тонкостінного тіла

Висновки

Для забезпечення герметичності різнотовщинного з'єднання та для уникнення дефектів доцільно використовувати комбінацію процесів зварювання з процесами пайки та заклеювання. В свою чергу висока номенклатура паяльних та клейових матеріалі не дозволяє, по причині різниці робочих температур, обрати єдині технологічні параметри їх розташування. Тому була сформована залежність ділянок теплових полів, викликаних процесом зварювання, яка дозволить без використання додаткових вимірювальних пристроїв встановлювати межі теплових полів, а отже і робоче розташування герметизуючих матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цыхановский В.К Несущая способность комбинированных оболочечных конструкций с учетом развития пластических деформаций / В.К. Цыхановский, В.К. Козловец, Н.А. Костыра // Промислове будівництво та інженерні споруди, № 3, 2008. – К.: С. 17 – 21.

2. Савуляк В. І. Поєднання процесів зварювання і високотемпературного паяння для виготовлення та ремонту металоконструкцій / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – № 2(38).– С. 215–220.

3. Савуляка В.І. Термічні поля і деформації під час приварювання тонколистової оболонки до масивної рами / В. І. Савуляк, О.В. Поступайло // Технічна творчість: Збірник наукових праць / Укл.: Скиба М.Є., Поліщук О.С., Онофрійчук В.І., Хмельницький: ХНУ, 2016 - № 1 – С. 108-110.

Савуляк Валерій Іванович - д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vsavulyak@gmail.com

Поступайло Олександр Володимирович — асистент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com.

Savulyak Valery - Dr. Sc., Professor, Head of increasing wear resistive technology-bones, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: vsavulyak@gmail.com

Postupajlo Oleksandr V. — assistant of technology improve durability department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com.

УДК621.791/.792

Р.Р. Остроус
О.В. Поступайло

Дослідження механічних властивостей зварного з'єднання утвореного послідовно змінним хімічним складом електродного матеріалу

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Досліджено механічні властивості зварного з`єднання утвореного послідовно змінним хімічним складом електродного матеріалу.
Ключові слова: ударна в'язкість, зварювання.

Abstract
The mechanical properties of welded joints. Research on the impact masks of the weld and its calculation formula. The comparison samples.
Key words: impact toughness, welding.

Вступ

Ціль роботи: дослідити зварний шов який було утворено за допомогою електроду з додаванням ніхромового дроту у різних масових співвідношеннях до його рівних ділянок. З подальшим порівнянням властивостей ділянок зварного шва з повторюваним процентним «відбитком». Для досліду було взято сталь **09Г2С,** електроди **Е420RC,** ніхромовий дріт з відомим масовим співвідношенням його складових.

Результати дослідження

Було проведено ряд дослідів, в яких відбувався процес зварювання сталевих пластини електродом з додаванням ніхромового дроту за певними алгоритмами зміни його щільності. Алгоритм щільності додаткового легувального матеріалу був розрахований так, щоб в 1 см зварного шва відсотки нікелю та хрому змінювався послідовно і повторювався на протязі всього шва. В досліді було використано ділянки з сумарним вмістом ніхромового легувального матеріалу у 3% та 6% співвідношенню до електроду. Використовувався ніхромовий дріт марки «Х20Н73ЮМ-ВИ» який має вміст нікелю у 73% та хрому у 20%.

В першому зразку зміна відбувалась за алгоритмом «..-х-Y-х-х-Y-х-х-У-х-..», а у другому - «..-У-х-У-У-х-У-У-х-У-..» де відповідно «х» - 6% ніхромового дроту, «Y» - 3% ніхромового дроту. Після підготовки поверхні проводився процес зварені зразків з дотриманням режимів за державним стандартом. У подальшому з утворених зварних пластин підготовлювались зразки для дослідження їх на ударну в'язкість.

Результати досліджень зразків на ударну в'язкість представлені на рисунку 1.

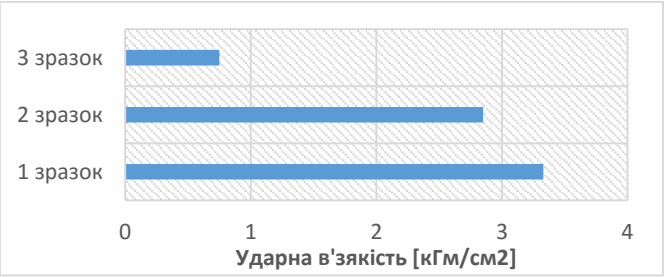


Рис.1. Графік залежності ударної в'язкості від групи дослідних зразків

Дослідні зразки розбивались на 3 групи, перша група зразків зварювалась з використанням електрода модифікованого ніхромовим дротом за алгоритмом «..-х-Y-х-х-Y-х-х-У-х-..», друга група відповідно мала алгоритм «..-У-х-У-У-х-У-У-х-У-..»», а третя група була контрольною і не мала змін у хімічному складі електродного матеріалу.

Висновки

Аналіз отриманих результатів свідчить про позитивний ефект від додавання ніхромового матеріалу до зварної ванни. Зразки з додатковим вмістом ніхрому мають значно більшу ударну в'язкість у порівнянні з контрольними зразками, у той час я к між собою відрізняються у меншій мір. Найбільше значення ударної в'язкості спостерігалось при застосуванні алгоритму розподілення щільності матеріалу за схемою «..-х-Y-х-х-Y-х-х-У-х-..», що свідчить про виконання принципу Шарпі у великому маштабі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мовчан В. П. Основи металургії / В. П. Мовчан М. М. Бережний — Дніпропетровськ: Пороги, 2001. — 336 с.

2.https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BC

3.http://remontvdome.com.ua/zvaryuvalni-elektrodi-harakteristiki-budova_lrus-p5-i4399.html

4.http://faqukr.ru/osvita/38196-jak-viznachaetsja-udarna-v-jazkist-metaliv.html

Остроус Роман Русланович — студент групи 1ЗВ-16Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінниця, e-mail: ostrous.roman@gmail.com

Поступайло Олександр Володимирович — асистент кафедри підвищення зностійкості, Вінниця, e-mail:postupajlo.o.v.@gmail.com

Ostroys Roman Ruslanovich — student group 1ЗВ-16В, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnytsia, e-mail:ostrous.roman@gmail.com

Postupailo Alexander Volodimirovich — assistant departament increase snostskali, Vinnytsia, e-mail:postupajlo.o.v.@gmail.com

УДК 621.791.92

Д. В. Бакалець
В. М. Макієнко

КОНСТРУКЦІЯ ЕЛЕКТРОДОТРИМАЧА ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована конструкція електродотримача для ручного дугового зварювання у якому за рахунок зміни конструкції струмопідвідного вузла та вузла кріплення електроду, досягнута можливість спростити та підвищити надійність під'єднання струмопідвідного кабелю, і полегшити процес встановлення електроду.

Ключові слова: зварювання, *електродотримач, струмопідвід*.

Abstract

The design of Rod for manual arc welding which by changing the construction site for power supply and electrode mounting unit, achieved an opportunity to simplify and improve the reliability of the connection cable to connect the power and ease the installation process electrode.

Keywords: welding, rod, current lead.

Вступ

Сучасний асортимент електродотримачів для ручного дугового зварювання досить різноманітний по конструктивному виконанню, призначенню, якості та вартості виробів. Всі вони мають відповідати, як нормативній документації, так і в повному обсязі задовольняти запити практики [1–3]. А особливо забезпечувати швидке і надійне затискання електродів різних діаметрів в різних просторових положеннях і бути легкими та зручними у використанні. Окрім того електродотримач має легко монтуватись і надійно затискати струмопідвідний кабель, для уникнення нагріву його рукоятки. Проведеним оглядом електродотримачів представлених на ринку не знайдено конструкцій які б задовольняли вище згадані вимоги в повному обсязі. Мета даної роботи полягає в розробці конструкцій електродотримача для ручного дугового зварювання, який міг би задовольнити запити сучасного споживчого ринку.

Результати дослідження

Огляд електродотримачів для ручного дугового зварювання виявив ряд недоліків характерних для більшості розглянутих конструкцій [4–6] . Вони пов'язані з низькою надійністю вузлів кріплення електрода та струмопідвідного кабелю, великою кількістю дрібних, дорогих у виробництві деталей та використанням пружних елементів без можливості регулювання їх жорсткості, що обмежує функціональні характеристики виробів.

В основу даної роботи покладена задача створення електродотримача для ручного дугового зварювання у якому за рахунок удосконалення конструкції, досягається можливість спростити та підвищити надійність підєднання струмопідвідного кабелю, і полегшити процес встановлення електроду та забезпечити можливість регулювання сили його прижиму.

На основі розглянутих електродотримачів для ручного дугового зварювання нами розроблена оригінальна конструкція (рис. 1) яка складається з ізоляційних рукоятки 2 і ковпачка 1 з'єднаного різзю з струмопідвідною корпусною втулкою 4, у циліндричному отворі якої нарізано поздовжні пази 13 та діаметральні 14 і розміщено внутрішню струмопідвідну втулку 5 з лисками 15 та кабель 6. З протележної сторони у корпусній струмопідвідній втулці 5 розміщено гвинт 7. На зовнішній циліндричній поверхні внутрішньої струмопідвідної втулки 5 передбачено напрямні виступи 12. Під ізоляційним ковпачком 1 з отворами 3 встановлено пружину 11, верхню 10 та нижню 9 струмопідвідні пластини з лисками 16 та прорізями для встановлення електроду 8.

Електродотримач для ручного дугового зварювання працює наступним чином. Стержень електрода 8 через один з отворів 3 ізоляційного ковпачка 1 контактною частиною прижимається до лисок 16 нижньої 9 та верхньої 10 струмопідвідних пластин переміщаючи останню у напрямку зжимання пружини 11. Наявність двох отворів 3 та наскрізних пазів струмопідвідних пластин 9, 10 дозволяє за необхідності легко звільнити електродотримач від залишку використаного електроду вставивши новий з протилежної сторони. Обертаючи ізоляційний ковпачок 1, який різзю з'єднано з струмопідвідною корпусною втулкою 4, можна змінювати жорсткість пружини 11, що дозволяє налаштувати електродотримач під різні діаметри електродів і відповідно регулювати зусилля їх фіксації.

Для приєднання електродотримача до струмопідвідного кабелю 6 внутрішню струмопідвідну втулку 5 повертають навколо осі таким чином щоб її виступи 12 вийшли із діаметральних пазів 14 корпусної втулки 4 та співпали з поздовжніми пазами 13 і виймають її. В отвір внутрішньої струмопідвідної втулки 5 поміщають заголений кабель 6 і частково розплескують його торець, після чого внутрішню струмопідвідну втулку 5 поміщають назад у гніздо корпусної втулки 4 і фіксують виступами 12 в діаметральних пазах 14. Для зручності монтажу на одному з торців внутрішньої струмопідвідної втулки 5 передбачено лиски 15, з іншого гвинт який притискає кабель 6 тим самим забезпечує його надійну фіксацію.

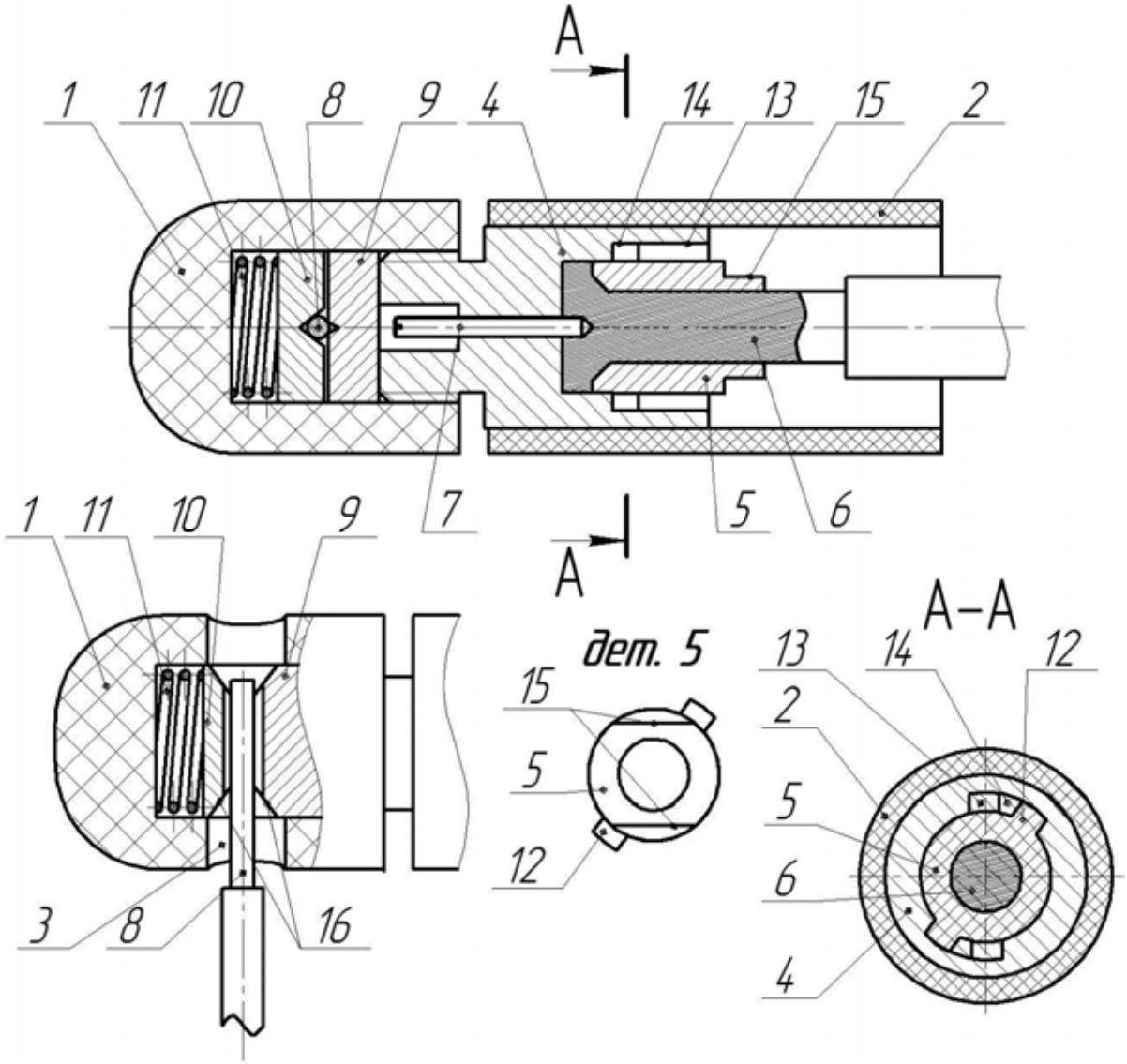


Рис.1. Конструктивна схема електродотримача для ручного дугового зварювання

Висновки

Розроблена конструкція електродотримача для ручного дугового зварювання з вдосконаленим вузлом фіксації електроду забезпечує високу надійність його кріплення та можливість швидкого регулювання сили прижиму при переході на електроди різних діаметрів. Це призводить до зменшення часу, що витрачається на підготовчі монтажні операції і підвищення продуктивності та якості зварювальних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 14651-78. Электрододержатели для ручной дуговой сварки. – Введ. 1979–01–04. – М. : Изд.-во стандартов, 1979. – IV, 12 с. : ил.

2.Бакалець Д. В. Електродотримач для зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Тези доповідей IV-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій». – Вінниця : ВНТУ, 2016. – Ч. 1. - С. 19 – 20. - Режим доступу : http://conference.vntu.edu.ua/pdmpk/2016/tezy_tpz-2016.pdf.

3. Бакалець Д. В. Конструкція електродотримача для зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. - Електрон. текст. дані. - 2016. - Режим доступу : http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1042

4. Пат. 62731 UA, МПК B23K 9/00. Електродотримач для ручного дугового зварювання плавким електродом / К. П. Шаповалов, В. А. Бєлінський, О. П. Грідасов, С. Л. Василенко, О. І. Коровченко (Україна). - № u201102165 ; заявл. 24.02.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17. - 3 с. : кресл.

5. Пат. 24280 UA, МПК B23K 9/28, F16B2/20, H01R4/38. Електродотримач для ручного дугового зварювання / В.М. Виногреєв, В.О. Луценко, Є. І. Виногреєва (Україна). - № u97020672 ; заявл. 17.02.1997; опубл. 15.04.2002, Бюл. № 4. - 5 с. : кресл.

6. Пат. 2245768 РФ, МПК B23K 9/28. ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛЬ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ / С. Н. Аникин, В. К. Арцыбашев (Украина). - № u97020672 ; заявл. 24.12.2001; опубл. 10.07.2003, Бюл. № 4. - 4 с. : кресл.

Бакалець Дмитро Віталійович —ст. викладач, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: BacaletsDima@gmail.com.

Макієнко Володимир Миколайович – студент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Bacalets Dmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Makienko Vladimir Nikolaevich - student of the department of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University.

УДК 621.793.79

О. Л. Гайдамак
Р. С. Попроцький

Розробка плазмового напилювального пристрою та установки для автоматизації плазмового напилення

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розроблено плазмовий напилювальний пристрій, та спроектовано установку з ЧПК для автоматизації процесу відновлення зношених поверхонь що забезпечило комфортні умови праці та досягнуто високу якості відновлених поверхонь.
Ключові слова: плазмовий напилювальний пристрій, відновлена поверхня, автоматизація плазмового напилення.

Abstract
The purpose of this work is to automate the process of restoring the worn surfaces and ensure comfortable working conditions and achieve high quality remanufactured surfaces.
Keywords: plasma spraying device, restored surface, automation spraying.

Процес руйнування поверхні сталей і сплавів при зношуванні явище надзвичайно складне, залежне від багатьох взаємопов'язаних одночасно діючих чинників, що включають як хімічний, структурний склад, механічні та фізичні властивості металу, тому постає питання з вибору методу відновлення. Найбільш ефективним методом відновлення дефектів даної деталі є плазмове напилювання [1]. Враховуючи поставлені задачі, було розроблено наступну конструкцію напилювального пристрою (рис. 1).

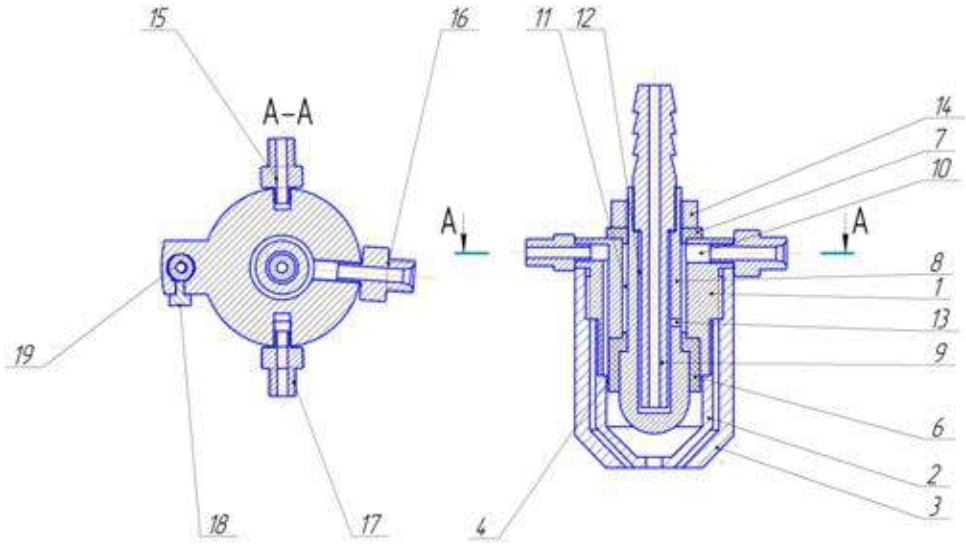


Рисунок 1 – Плазмовий напилювальний пристрій.
1 - корпус, 2 – плазмо утворююче сопло , 3 – захисне сопло, 4 – канал плазмоутворюючого газу, 5 – канал захисного газу, 6 – передня ізоляційна втулка, 7 – задня ізоляційна втулка, 8 –електрод, 9 – трубопровід для потоку охолоджувальної рідини. 10 – відвідний канал, 11 – кільцевий канал для рідини, 12 – з'єднувальний кільцевий канал рідини, 13 – канал в електроді, 14 – гайка, 15,16,17 – штуцери, 18 – зажимний болт, 19 – дротопідвід.

Плазмотрон включає корпус 1, плазмоутворююче 2 та захисне 3 сопла, виконані в корпусі канали підводу плазмоутворюючого і захисного газів, встановлені в порожнині корпусу електроізоляційні втулки 6 і 7. У втулці 6 встановлений електрод 8. Плазмотрон має єдину систему охолодження корпусу 1, електроду 8 і плазмоутворюючого сопла 2. Електрод 8 утворює з корпусом і трубопроводом кільцеві канали 11 і 12 відповідно, з'єднані каналами 13, виконані в електроді 8 і

розташованими в площині заднього торця ізоляційної втулки 6. Плазмоутворюючий газ через канали 4 поступає в порожнину плазмоутворювального сопла 2, захисний по каналу 5 надходе під сопло 3. Плазмотрон працює наступним чином: плазмотрон встановлюється в робоче положення і в нього подається плазмо утворюючий газ.. Між катодом і соплом прикладається напруга і виникає дуга, яка при контакті з поверхнею металу утворює основну плазмову дугу. На зріз сопла подається напилювальний матеріал у вигляді дроту по спеціальному каналу.

З метою автоматизації процесу відновлення зношених поверхонь і забезпечення комфортних умов праці було розроблено установку з ЧПК. Для розрахунку та вибору виконавчих механізмів установки для автоматизованого відновлення застосуємо програму Positioning drives компанії Festo. Вибравши усі механізми створюємо рамну конструкцію яка забезпечить задане взаємне розташування всіх механізмів. Для створення рамної конструкції використаємо профільний металопрокат, а саме швелер ГОСТ 8240–79 №16 (рис. 2), конструкція рами зварна. Зварка електродугова за ГОСТ 5264–80.

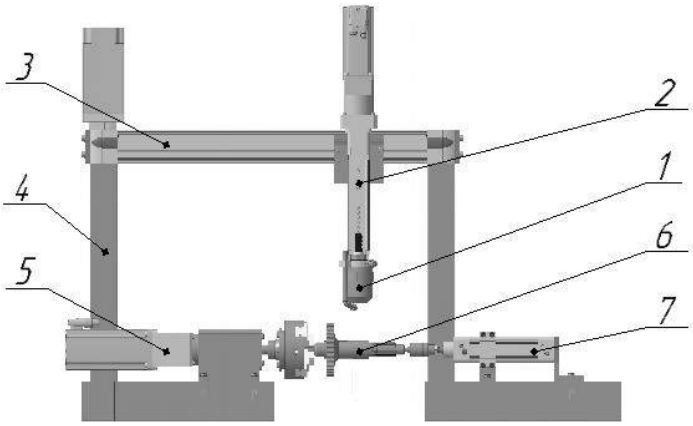


Рис. 2 – установка з числовим програмним керуванням
1 – плазмовий напилювальний пристрій, 2 – консольний привід, 3 – портальний привід,
4 – рамна конструкція, 5 – обертач, 6 – відновлювана деталь,7 – пневмоциліндр.

Отже, в роботі було розроблено плазмовий напилювальний пристрій для відновлення деталей та установка для автоматизації плазмового напилення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коротеев А. С. Плазмотроны: конструкции, характеристики, расчет / А. С. Коротеев, В. М. Миронов, Ю. С. Свирчук – М. : Машиностроение, 1993. – 296 с.
2. www.FESTO.COM.UA

Гайдамак Олег Леонідович - доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu111@gmail.com, тел. +380682104640, Україна, 21018, м. Вінниця, вул.Марії Литвиненко-Вельгімут 24, кв.12.

Попроцький Руслан Сергійович – студент групи 1ЗВ-16сп, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poprockii.ruslan@yandex.com, тел. +380972524883, Україна, 21021, м. Вінниця, вул.В. Інтернаціоналістів 5.

Gaidamak Oleg Leonidovuch -docent , Vinnytsia National Technical University, e-mail : vntu111@gmail.com, tel. +380682104640, Ukraine, 21018, Vinnytsya, Marii Lutvunenko-Velgimyt str.24/12.

Poprotskyi Ruslan Serhiiovych- student group 1ZV-16sp, Department of Technology improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: : poprockii.ruslan@yandex.com, tel. +380972524883, Ukraine, 21021, Vinnytsya, V. Internacionalistiv str. 5.

УДК 681.5.011

В. І. Савуляк
О.В. Довгань

ЕЛЕКТРИЧНА ЕРОЗІЯ ПІДШИПНИКІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ УСТАНОВОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано нанесення на кульки підшипника оксидно–керамічного покриття методом плазмового напилення, що забезпечить його високу твердість та зносостійкість, добру теплопровідність і виконує роль діелектрика, також запропоновано використання синтетичного мастильного матеріалу на основі кремнію.

Ключові слова: електроерозія, діелектрик, керамічне покриття, напилення, зносостійкість, теплопровідність, синтетичне мастило.

Abstract

An application for a ball bearing oxide-ceramic coating by plasma spraying, which will provide its high hardness and wear resistance, good thermal conductivity and serves as a dielectric, also suggested the use of synthetic lubricant based on silicon.

Keywords: electric erosion, dielectric, ceramic coating, spraying, wear resistance, thermal conductivity, synthetic oil.

Вступ

Опори валів та осей переважно виготовляються з використанням підшипників кочення. Аналіз конструкцій установок для наплавлення або напилювання деталей, що зміцнюються або відновлюються показав, що і в них вали встановлюються на звичайні кулькові підшипники. Особливістю роботи підшипників кочення у таких вузлах електромеханічних установок є поява одного із малодосліджених явищ - електроерозійного зношування.

Метою роботи є забезпечити стійкість до електроерозійного зношування в підшипниках кочення методом плазмового напилення оксидно-керамічного покриття на робочі поверхні підшипника, та використання мастила на основі кремнію.

Результати дослідження

В результаті дослідження було виявлено, що при проходженні електричного струму через підшипник виникає так зване електроерозійне зношування. У підшипнику з'являється різниця потенціалів між валом (внутрішнім кільцем) і корпусом (зовнішнім кільцем). Коли ця напруга досягає певного рівня, плівка мастильного матеріалу руйнується і в місцях контакту тіл кочення з доріжкою кочення виникає іскра і відбувається мікрозварювання контактуючих поверхонь. Місця мікрозварювання відразу розриваються внаслідок постійного обертання підшипника. Розплавлений метал виривається з поверхні і твердне у вигляді крапельок. При тривалому проходженні струму через підшипники на доріжці кочення і на тілах кочення з'являється рифлення - що відразу призводить до збільшення вібрації підшипника і далі може привести до його поломки (рис. 1).

У відомому технічному рішенні для зниження електроерозії підшипників і вала здійснюють заземлення вала за допомогою струмознімальних щіток, що забезпечує зняття статичної електрики. Однак заземлення вала може збільшити небезпеку самозбудження вихрових струмів при утворенні контакту ще в одному перерізі вала.

Для вирішення проблеми було запропоновано нанесення оксидно–керамічного покриття методом плазмового напилення. Оксидна кераміка виконує одразу декілька функцій. Перш за все покриття виконує роль діелектрика. По-друге покриття має високу твердість та зносостійкість з високою теплопровідністю.

Застосування мастила дозволяє використовувати підшипники звичайної конструкції.

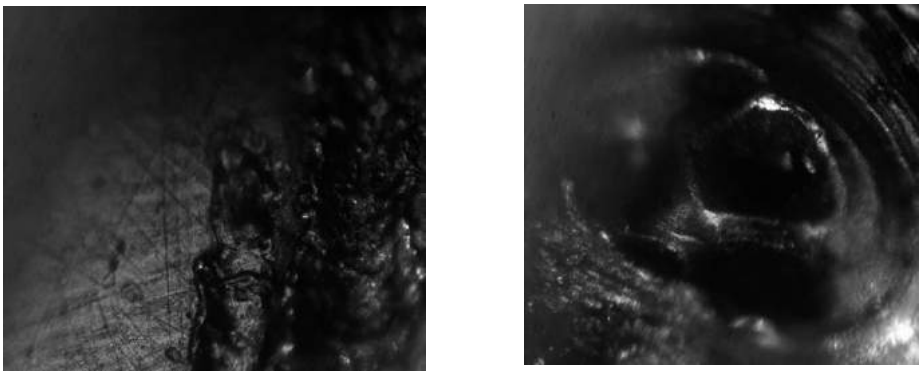


Рис 1 – Електроерозія в підшипнику кочення

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід плазмового напилення оксиду-кераміки дозволяє підвищити електроерозійну зносостійкість та теплопровідність робочої поверхні підшипників кочення, що в свою чергу підвищує довговічність роботи підшипника, а використання мастила дозволяє використовувати підшипники без нанесення на них зносостійких матеріалів для .

Довгань Олег Віталійович — студент групи 1ЗВ–14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:olegdovgan1997@mail.ru; , Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів, 5.

Савуляк Валерій Іванович — д.т.н., професор, завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет. e-mail:korsav84@gmail.com,тел. +380963507247, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. В. Інтернаціоналістів 3.

Dovgan Oleg - student of 1 Sv-14b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:olegdovgan1997@mail.ru Ukraine, 21021, Vinnytsya, V. Internacionalistiv str. 3.

Savulyak Valeriy - professor, doctor of technical science , Vinnytsia National Technical University, e-mail: korsav84@gmail.com, tel.+380963507247, Ukraine, 21021, Vinnytsya, V. Internacionalistiv str. 3.

УДК 539. 67.669.017

Карбовський О.Ф.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УСТАНОВКИ З ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи покращення швидкодії і точності вимірювань кута повороту оберненого маятника установки з дослідження внутрішнього тертя.

Ключові слова: внутрішнє тертя, абсолютний шифратор, датчик кута повороту, крутильний маятник.

Abstract

There have been considered methods of improvement of operation speed and measurement accuracy of the inverse pendulum rotation angle of a device for the research of internal friction.

Keywords: internal friction, absolute encoder, angle rotation sensor, torsion pendulum.

Вступ

Відомо, що коливання, штучно викликані в твердому тілі, з часом затухають, перетворюючись в теплову енергію. Різні механізми перетворення пружної енергії коливань в теплову називають внутрішнім тертям. Найбільш поширеними методами вимірювання внутрішнього тертя є непрямі методи, засновані на спостереженні вільних або вимушених коливань стержнів в діапазоні частот від 10^{-3} до 10^{11} Гц. Діапазони частот, в яких проводять дослідження, умовно можна розділити на чотири групи: інфразвукові (10^4 – 10^1Гц), звукові (10^2 – 10^4Гц), ультразвукові (10^4 – 10^8Гц) і гіперзвукові (10^9–10^{11}Гц).

Найбільш простим і зручним з методів інфразвукового дослідження є метод крутильного маятника. Метод крутильного маятника володіє, як перевагами, так і недоліками. Основними недоліками є неоднорідність деформації в зразку і наявність розтягуючого навантаження, що створене масою інерційної системи, яка прикріплена до нижнього кінця зразка. Крутильний маятник, позбавлений останнього недоліка, запропонований Енгом і Вертом, називають оберненим маятником. Найбільш вдалий варіант оберненого маятника розроблений Пігузовим.

Результати досліджень

В дослідженні було запропоновано методи, які дозволяють покращити точність та швидкодію вимірювальної системи установки з дослідження внутрішнього тертя. Для безконтактного вимірювання кута повороту запропоновано скористатись підходами , що використовуються в абсолютних шифраторах.

Найперспективніші у використанні для вимірювання кутів є такі підходи для побудови абсолютних шифраторів (енкодерів): датчики на ефекті Холла, ємнісні датчики, оптичні датчики.

При вимірюваннях з використанням датчиків на ефекті Холла на осі маятника встановлено постійний діаметрально намагнічений магніт, а над ним чотири датчика Холла парами симетрично відносно осі обертання. В цьому випадку незначне зміщення в горизонтальній площині падіння сигналу на одному датчику компенсується ростом на симетричному йому датчику.

Поворот маятника, з встановленим на ньому магнітом, змінює магнітну індукцію над датчиками, а по величині магнітного поля робимо висновок про кут повороту. Переваги: висока роздільна здатність, простота реалізації, можливість електронної калібровки. Недоліки: п’єзорезестивний зсув, термоелектричний зсув, з’єднувальний польовий ефект.

Ємнісний датчик кута повороту реалізовано по схемі із змінною площею пластин. Перевагою такого датчика є можливість, за рахунок підбору форми рухомої і нерухомої пластин, отримати необхідну залежність між кутом повороту і величною ємності. Недоліками ємнісних датчиків кута повороту є їх залежність від температури та вологості навколишнього середовища.

Оптичний абсолютний датчик кута повороту реалізовано на оптичному кодовому диску з кодами Грея, що дає можливість однозначно фіксувати положення маятника зразу після включення, високу точність вимірювань, мінімізувати помилки при визначанні кута повороту. Недоліками є: складність

виготовлення кодового диска, розміри кодового диска зростають пропорційно роздільній здатності датчика.

Висновки

Серед наведених методів підвищення точності і швидкодії установки внутрішнього тертя найбільш вдалим є метод з використанням датчиків Холла для вимірювання кута повороту оберненого маятника. Він менше за інші впливає на зміну моменту інерції маятника, найпростіший в реалізації і дає можливість передавати дані в цифровому форматі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коротаев В.В. Оптико-электронныепреобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. Оптико-электронные преобразователи линейных перемещений / В.В. Коротаев, А.В. Прокофьев, А.Н. Тимофеев // Учебное пособие. –СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 114 стр.
2. Головин, И.С. Внутреннее трение и механическая спектроскопия металлических материалов: учеб. / И.С. Головин. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 247 с.
3. Азаров В.Н. Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления / В.Н. Азаров, А.Ф. Каперко // Приборы и системы управления. — 1998. — №5.
4. Лисий М.В. Розрахунок температури проявлення ефекту В (588к) в алюмінієвій матриці / М.В. Лисий, О.В. Мозговий, О.Ф. Карбовський // Матеріали IV міжнародної науковопрактичної конференції «Структурна релаксація у твердих тілах» , Вінниця – 2012, - С. 59-60.

Карбовський Олексій Францович – провідний інженер кафедри фізики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kalipso394@rambler.ru.

Alex F. Karbovskiy - Senior Engineer, Department of Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : kalipso394@rambler.ru.

УДК 623.442.7

О.Ю. Співак

ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *В роботі подано огляд сучасних напрямків і тенденцій використання різних типів матеріалів, що можуть бути використані для виробництва сучасної стрілецької зброї. Розглянуто вимоги до сучасної зброї, проаналізовано можливість використання нетрадиційних матеріалів для зброї, таких як металокераміка, пластмаси, композитних матеріалів тощо.*

Ключові слова*: стрілецька зброя, ствол, стрільба, матеріал деталей зброї, збройна сталь, оклюзія.*

Abstract. *At the submitted review today directions and trends of use different types materials, what can be used for production contemporary rifle arms. Considered requirements before contemporary arms, analyzed opportunity of use unconventional materials for arms, those quality metalloceramic, plastics, composite materials ets.*

Key words*: Rifle arms, trunk, shooting, material details arms, diving steel, oclyuzion.*

Вступ

Як не прикро про це говорити, але сьогодення і стрілецька зброя – дві речі, які нерозривно пов'язані між собою. Вона широко застосовується як збройними силами всіх держав, так і силами правопорядку. Розробці і виробництву стрілецької зброї різного призначення зараз приділяється значна увага чи не всіма країнами світу, а торгівля зброєю – один із самих дохідних видів діяльності. Тож застосування в конструкціях стрілецької зброї нових матеріалів є актуальним питанням нашого часу.

Вимоги до матеріалу стрілецької зброї

Основні вимоги до матеріалів стрілецької зброї висувають, виходячи з умов її роботи і необхідної живучості.

При стрільбі на деталі зброї (особливо на ствол) діє досить значний за величиною і динамічний за характером дії тиск порохових газів, тож вони не повинні мати залишкових деформацій. Тому стволи завжди виготовляли з матеріалів (найчастіше з металевих сплавів) з досить високою межею текучості. Якщо врахувати ще й можливість заклинювання кулі в каналі ствола, або понаднормове збільшення величини порохового заряду, що призводить до значного підвищення тиску порохових газів, то матеріал деталей зброї повинен мати досить високу ударну в'язкість і одночасно високу пластичність.

Разом з тим, деякі деталі зброї (стволи, затвори) початково мають обмежену живучість, що визначається зношуванням нарізної частини їх каналів, яке зумовлюється термічною, механічною і хімічною дією порохових газів, або тертям в умовах абразивного середовища. Тому важливою вимогою до матеріалу для стрілецької зброї є його однорідність і зносостійкість. Опір зношуванню зростає з підвищенням межі текучості і опору розриву. Сталеві деталі мають ще один суттєвий недолік: після стрільби частина порохових газів проникає через пори в метал каналу ствола. Потім ці порохові гази, виділяючись на внутрішню поверхню стінок каналу ствола, утворюють з киснем повітря азотну кислоту, яка роз'їдає канал ствола. Такий процес називають оклюзією.

Сталі для стрілецької зброї

Відомо, що тиск порохових газів в збройних стволах в момент вильоту кулі становить 300-350 МПа, за температури 2700-2900 °С [1]. Цим вимогам може задовольнити звичайна вуглецева сталь, що містить до 0,7% вуглецю, після відповідної термообробки. Однак, легування сталей дозволяє підвищити експлуатаційні показники.

Елементи, що утворюють з α-залізом тверді розчини, такі як нікель, ванадій, ніобій роблять ферит сталі більш міцним і в'язким, а карбідоутворювачі (хром, молібден) підвищують твердість і опір зношуванню. Тому для деталей стрілецької зброї застосовують переважно хромонікелеві, хромованадієві і хромвольфрамові сталі типу 38ХСА, 40ХСА, 50ХФ2А та 30ХН2МФ. Легуючі елементи дозво-

ляють отримати однорідну структуру після гартування як на поверхні виробів, так і в серцевині, що не завжди вдається отримати у вуглецевій сталі.

Якщо для деталей зброї використовувати металеві сплави, то на їх зносостійкість впливають в'язкість, здатність до зміцнення і структура, а також чистота сплавів за сіркою, фосфором, дрібними неметалічними включеннями і, особливо, газами, в першу чергу киснем. Тож велике значення має їх чистота. Тому, на збройних підприємствах, зокрема на Казенному науково-виробничому об'єднанні «Форт», для підвищення чистоти, сталь піддають додатковому зонному очищенню [2].

Нетрадиційні матеріали

В 1995 році Сесілу Адамсу, віртуальному ведучому рубрики питань і відповідей The Straight Dope задали питання: чи існує повноцінна неметалева вогнепальна зброя, з якої можна вбити людину? Адамс дав вичерпну відповідь: немає, не існує, але є цілий ряд розробок, які можуть вилитися в подібну зброю [3]. Це і пістолети, що включають в себе певні неметалеві деталі, і спроби створити цілком неметалевий пістолет, які роблять різні лабораторії зброї.

Першими розробками зброї з пластику стали пластикові автомати тульського конструктора Германа Коробова – ТКБ-022 і ТКБ-022ПМ, створені в 1962 і 1965 роках [4]. Коробов ставив задачу сконструювати як можна більш легку і компактну автоматичну зброю, і тому ТКБ-022 був зроблений за схемою булл-пап (ударний механізм і магазин розташовані позаду спускового гачка) – цим досягалася компактність. А легкість – виготовленням корпусу автомата з пластмаси. Однак, значних переваг ТКБ перед АКМ не було, до того ж керівництво побоювалося, що пластиковий корпус не витримає тривалої експлуатації. Тому розробки Коробова в серію не пішли.

З початку 70-х по всьому світу почали використовувати в збройовій промисловості високоміцний склопластик, деталі з якого отримували шляхом лиття під тиском. В СССР використовували кілька варіантів цього матеріалу: термореактивний пластик АГ-43, ДСВ-2 тощо. З склопластику не робили стволи, пружини або затвори – тільки корпуси, цівку, приклади.

На початку 1980-х склопластик замінили поліамідом. Він мав всі переваги склопластика і при цьому не давав осколків, легко перероблявся і без всяких добавок був напівпрозорим, як поліетилен. З добавками ж отримував ряд додаткових якостей, які нівелювали вроджені недоліки – зменшували вологопоглинання, збільшували зносостійкість і пружність.

Найбільш успішним прикладом подібних моделей можна назвати розробки компанії Glock. Легкі, такі що не бояться води і перепадів температури, не особливо вимогливі до обслуговування, вони породили цілий ряд міфів, зокрема той, що вони створені цілком з пластика. Але, це не так – повноцінної заміни сталі для деяких вузлів немає, і у пістолета Glock-17 сталевий ствол і кожух затвора, а також армовані сталлю деякі деталі. Однак, його затвердили як один з основних зразків особистого зброї в НАТО, використовують армії Швеції і Норвегії, а також спецслужби США, Канади, Мексики і інших країн. Наприкінці 80-х – початку 90-х з'явилися пістолети з полімерними рамками: чеська CZ 100, американський Smith & Wesson Sigma, а також гвинтівки з пластиковим корпусом, наприклад Heckler & Koch G-36. Проте у поліамідів є ряд обмежень, зокрема, їх виробництво вимагає специфічної організації праці, дорогого обладнання і хорошого освіти технологів і інженерів. Недотримання технології навіть в мінімальних межах може в підсумку зробити готову деталь занадто крихкою або викликати великі внутрішні напруження, що серйозно погіршують характеристики матеріалу.

Останнім часом, після появи 3D-принтерів, що дозволяють створювати об'ємні деталі, в пресі знову з'явились повідомлення про створення пластикової стрілецької зброї [5]. Правда, назвати таку зброю в повній мірі пластиковою теж не можна – частково вона виконана з пластика, а ті вузли і деталі, які працюють під навантаженням, виготовлені з металокераміки: з карбіду і нітриду кремнію, оксидів алюмінію і цирконію. Поки що така зброя ненадійна – металокераміка набагато крихкіша, ніж сталь.

Висновки

На сучасному рівні технологій частину сталевих деталей стрілецького зброї можна замінити на пластикові. Однак, цей шлях має свої переваги і свої недоліки:

- для пістолетів і револьверів маса – дуже важлива характеристика, і полегшення зброї дає величезну перевагу в порівнянні з конкурентами. Проте коли брати до уваги великокаліберні карабіни і снайперські гвинтівки, зниження маси призводить до збільшення віддачі, що негативно поз-

начається на точності стрільби;

- сучасні способи обробки сталі дозволяють створити зброю, практично не схильну до корозії. В даному випадку полімери не мають істотних переваг;

- хороші пластики за вартістю значно дорожчі, ніж хороші сталі. Однак, з появою сучасної 3D-копіювальної техніки масове виробництво пластикової зброї може бути дешевше від виробництва зброї із сталі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огневой процесс в стволе. http://www.e-reading.club/chapter.php/1006737/101/Potapov_-_Iskusstvo_snaypera.html - назва з екрану.

2. Казенне науково-виробниче об'єднання Форт. Режим доступу: http://www.fort.vn.ua/ua/pro-pidpriemstvo.html

3. Straight Dope Archive. http://www.straightdope.com/columns/archive - назва з екрану.

4. Несостоявшийся буллпапп по советски. https://topwar.ru/6396-nesostoyavshiysya-bullpapp-po-sovetski-ili-avtomat-korobov-tkb-022.html - назва з екрану.

5. Оружие из 3D-принтера. https://topwar.ru/38349-oruzhie-iz-3d-printera.html - назва з екрану.

Співак Олександр Юрійович – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: spivak000@gmail.com.

Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail : spivak000@gmail.com.

УДК 621.793.79

О. Л. Гайдамак
В. Л. Ясинський

ШТУРМОВА ГВИНТІВКА «ТАВОР» TAR - 21 - ТАКТИКОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є історія створення.тактико-технічні характеристики преваг та недоліків штурмової гвинтівки «ТАВОР» TAR – 21.

В дослідженні показано, що гвинтівка виконана за схемою «булл-пап», має порівнянно невеликі розміри з довгим стовбуром. Центр ваги зміщено блище до стрільця, що дозволяє краще утримувати зброю і вести вогонь навіть однією рукою.

Ключові слова: Tavor, tar 21, тактико-технічні характеристики, переваги, недоліки.

Abstract

The present study is the story stvorennya.taktyko performance characteristics advantage and disadvantages of assault rifle «Tavor» TAR - 21.

The study shows that rifle made on a "bull's Papp", a small size compared with a long barrel. The center of gravity shifted to shine shooter that allows better hold guns and to fire even one hand.

Keywords: Tavor, tar 21 tactical and technical characteristics, advantages, disadvantages.

Tavor tar 21 – нова ізраїльська автоматична гвинтівка, яка має 5.56 мм калібр. Штурмова гвинтівка створювалася за схемою «булл-пап». На відміну від багатьох інших зразків, які створювалися НИМИ («Ієрихо», «Галіль»), tavor tar 21 не є переробленої або модернізованою версією іншої зброї. Ізраїльська Військова Промисловість створила абсолютно нову конструкцію

Tavor tar 21.До того ж «Тавор» розроблявся інженерами в ініціативному порядку, без підписаного заздалегідь договору з Армією Оборони Ізраїлю. Армія (AOI) яка не мала потреби в придбанні нової зброї, адже її цілком задовольняли різні варіанти M16 — від снайперських варіантів до карабіна. Слід також зазначити, що гвинтівки M16 купуються за зниженими цінами з FMS (фінансова допомога Ізраїлю від Америки), тоді як вартість одного «Тавор» приблизно 1000 доларів.

Історія створення

Командування Цахалу, виконавши огляд світового зброї, в 1993 році прийняло рішення замінити застарілий автомат «Галіль» на штурмову гвинтівку M16. Але Israel Military Industries (IMI) за кілька місяців до цього моменту в ініціативному порядку приступив до роботи над новою зброєю, проектуючи його під патрон 5,56×45 мм. В результаті проект визнали перспективним і було вирішено продовжити роботи, навіть незважаючи на закупівлю автоматів з Америки.

Розробку IMI вперше представили публіці під позначенням «M-203» в середині 1990-х років. Пізніше, щоб уникнути плутанини з гранатометом, який мав таке ж ім'я, автомат перейменували в AAR (прогресивна штурмова гвинтівка). Через деякий час зброя отримало остаточне ім'я Tavor tar 21. На початку 2000-х відбулися військові випробування TAR-21. Були виявлені певні недоліки автомата:

1-поганий приціл;

2-ненадійність;

3-у позиції лежачи трудність зміни магазина;

4-товста пістолетна рукоятка.

У 2004 році на озброєння частини силових структур Ізраїлю надійшов доопрацьований варіант Tavor tar 21.

Перший прототип

Перший концептуальний прототип Tavor tar 21 (рис. 1) створювався не професійними конструкторами, а двома цивільними дизайнерами фірми Formtech, які зовсім не володіли досвідом роботи зі зброєю. Тим не менше, більшість деталей прототипу втілилися в кінцевому продукті.

Рисунок 1 - Tavor tar 21

Щоб знизити ціну зброї, довелося відмовитися від складновлаштованих опорних сошок,

дорогого приклада досить складної конфігурації. «Тавор», як і інші сучасні зразки, розроблявся із застосуванням програмного забезпечення CAD.

Загальне керівництво кінцевого проекту здійснював Моті Розен, полковник запасу і заступник генерального директора (IMI). Також у роботі брали участь інженери Амнон Шилони, Борін Ерез і Залман Шевс.

Поточний Статус

Армія Оборони Ізраїлю ніколи не брала зобов'язань щодо закупівлі «Тавор», проте весь процес розробки здійснювався в тісній співпраці (IMI) і АОИ. Зокрема, АОИ розробила перелік технічних вимог до новинки. Спочатку планувалося закінчити розробку протягом 3 років, в 1995 році був готовий прототип. У 1996 році досвідчені зразки проходили випробування в різних піхотних підрозділах. На 1999 рік головною проблемою «Тавор» було якість виробництва серійних зразків. Нерідко траплялися відмови, але згодом всі «дитячі хвороби» були усунені. У 2003 році були чутки, що з скороченням військового бюджету закупівля гвинтівок «Тавор» буде заморожено. Військові закупівлі хотіли скоротити на більш ніж 1.1 мільярда доларів. Однак «Тавор» спас контракт на продаж індійської армії гвинтівок «Тавор» ізраїльського виробництва. Контракт оцінюється в сотні мільйонів доларів.

Конструкція

Штурмова гвинтівка «Тавор» виконана за відомою схемою «булл-пап». Завдяки лінійній схемі вдалося забезпечити гвинтівці високу точність стрільби, але подібний підхід має значний недолік – прицільні пристосування потрібно розміщувати трохи вище. Автоматика заснована на відводі порохових газів зі ствола за допомогою газовідвідного вузла, розташованого над стовбуром і прихованого корпусом. Газовий поршень, який жорстко зафіксований на затворній рамі має довгий робочий хідом. Стовбур на 7 бойових упорів замикається поворотом затвора. По двох сторонах ствольної коробки є вікна для викиду відстріляних гільз. Вирізи під рукоятку заряджання виконані по обидва боки. Tavor tar 21 — штурмова гвинтівка калібру 5.56 мм, може використовувати різні види боєприпасів — M885, M193 та інші. Корпус «Тавор» виконаний з високоміцних полімерів разом з застосуванням легких сплавів (алюміній тощо).

Первинне розбирання легко зробити і в польових умовах без застосування інструментів. Для розбирання зброї слід виштовхнути з'єднувальний стержень, який розташовується в задній верхньої частини приклада. Потім потиличник прикладу можна відкинути назад і вниз, і витягти назовні затворну раму з зборі.

Гільзи викидаються вправо, однак штурмова гвинтівка досить легко переробляється під лівобічний викид гільз. «Тавор» застосовує стандартні магазини M16 (стандарт НАТО), що вельми зручно для постачання.

Тактико-технічні характеристики

Калібр — 5.56 мм

Використовується патрон — 5.56 мм NATO SS109/M855.

Ємність магазина — 20-30 патронів.

Загальна довжина — 720 мм.

Довжина ствола – 460 мм

Маса (неснаряженная) – 2,8 кг.

Маса (споряджена) – 3,635 кг.

Зусилля на спусковому гачку становить 2,5-4 кг.

Приціл – коліматорний + лазерний.

Режими вогню — одиночний/автомат.

Темп стрільби — 750-900 пострілів/хв

Початкова швидкість кулі — 890м/сек.

Приналежності

Так як «Тавор» спочатку створений для заміни сімейства M16, то у нього широкий спектр модифікацій, а також приладдя для виконання різних тактичних завдань:

1-стовбури різної довжини;

2-оптичні/нічні приціли;

3-перехідник для установки підствольного гранатомета M203;

4-глушник.

При необхідності гвинтівка дає можливість вести вогонь гвинтовими гранатами натовського зразка.

Tavor оснащується коліматорним прицілом ITL MARS, він має вбудований лазерний цілевказівник і інфрачервоний приціл, що робить огляд бойової обстановки більш інтуїтивним. У той же час «Тавор» не має власного «металевого» прицілу – це суттєвий недолік.

Особливості TAR-21

У порівняльних випробуваннях «Тавор» має переваги за певними показниками:

1-При використанні підвищена ударостійкість.

2-Висока функціональна надійність при застосуванні в надзвичайних умовах.

3-Ергономічна розробка, яка дозволяє підвищити скритність і комфорт користувача.

4-Постійне цілодобове застосування без попереднього настроювання.

5-Компактна, точна, і порівняно коротка гвинтівка з довгим стволом.

6-Тиловий центр тяжіння знаходиться близько до тіла користувача, що забезпечує надійне прицілювання і утримання по фронту в русі.

7-Билатеральність, тобто право-лівостороннього використання.

8-Точна і сучасна система прицілювання, яка кріпиться безпосередньо до стовбура.

9-Антикорозійне покриття.

Модифікації TAR-21

GTAR-21 — варіант з кріпленням для 40-мм підствольного гранатомета.

Tar-OICW – модернізований варіант TAR-21, який включає в себе установку лінії передачі даних, балістичного комп'ютера, лазерного віддалеміра і електронних прицільних пристосувань.

CTAR-21 — компактна версія зі зниженою вагою і укороченим цівком, для сил спеціальних операцій.

MTAR-21 — найбільш компактний варіант.

MTAR-21 моделі X95R. Оснащений стовбуром у 330 мм Під патрон 5,45×39 мм

MTAR-21 «Zittara» — модифікація індійського виробництва, переробленого під індійський патрон 5.56×30 мм

MTAR-21 X95 7,62 – модифікація під патрон 7,62×51 мм НАТО, що підвищило ефективну дальність і більший летальний ефект.

STAR-21 — снайперська версія з оптичним прицілом і сошками.

T. C.-21 – цивільний укорочений самозарядний варіант.

Порівняльна характеристика Tavor Tar-21 та АК-74

Tavor Tar-21	АК-74
Калібр — 5.56 мм	Калібр-5.45
Використовується патрон — 5.56 мм NATO SS109/M855.	Використовується патрон-5.45х39мм обр.1974
Ємність магазина — 20-30 патронів.	Ємність магазина-30 патронів
Загальна довжина — 720 мм.	Загальна довжина-940 мм
Довжина ствола – 460 мм	Довжина ствола-415 мм
Маса (неспорядженного) – 2,8 кг.	Маса (неспорядженого) -3.07 кг
Маса (споряджена) – 3,635 кг.	Маса (спорядженого) – 3.6 кг

Висновок. Таким чином проаналізувавши вище наведену інформацію можна вважати автоматичну гвинтівку Tavor Tar 21 більш зручною і компактною, що дає певні переваги в бойових умовах, особливо при ведені бойових дій в населених пунктах. Гвинтівка показала себе як високо надійна зброя, з високими показниками точності стрільби в порівнянні з іншими відомими зразками стрілецької зброї. Велика кількість модифікацій робить Tavor Tar – 21 універсальною зброєю яка здатна вирішувати велику кількість задач які ставляться перед силовими структурами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/TAR-21

Гайдамак Олег Леонідович – доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu111@gmail.com, Україна, 21018, м. Вінниця, вул. Литвиненка 24, кв. 12.

Ясиньський В. Л – студент групи 1СЗ – 16Б. Вінницький національний технічний університет, , e-mail: 1sz.16b.yasinetskiy@gmail.com, Україна м. Вінниця, вул. Воїнів Інтернаціоналістів 5

Gaydamaka Oleg Leonidovich - Associate Professor TPZ, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vntu111@gmail.com, Ukraine, 21018, m. Vinnytsya, vul. Litvinenko, 24, Apt. 12.

Yasynskyy V. L - the student group 1SZ - 16B. Vinnitsa National Technical University,, e-mail: 1sz.16b.yasinetskiy@gmail.com, Ukraine c. Vinnitsa, st. Soldiers Internationalists 5

УДК 623.4

В.В. Біліченко
Д.В. Борисюк

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОРПУСУ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ТЯГАЧА МТ-ЛБ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено огляд конструкції та озброєння багатоцільового тягача МТ-ЛБ. Описано його переваги та недоліки. Запропоновано модифікацію корпуса багатоцільового тягача для захисту екіпажу при підриві на міні.

Ключові слова: тягач, ремонт, технічне обслуговування, озброєння, корпус тягача, днище корпуса, вибух.

Abstract

Review of design and armament of multipurpose tractor MT-LB are presented. Describe its advantages and disadvantages. A modification of multipurpose tractor to protect the crew when a landmine is proposed.

Keywords: tractor, repair, maintenance, armament, body of tractor, bottom of body, explosion

Вступ

Будь-яка сучасна армія має потребу не тільки в танках, бойових машинах піхоти або самохідних артилерійських установках, у великій кількості їй необхідні транспортні засоби для перевезення різних вантажів і особового складу. В середині 60-х років в СРСР був створений гусеничний транспортер МТ-ЛБ (багатоцільовий тягач легкий броньований), який до цих пір активно використовується українськими та російськими збройними силами.

Коли творці цього армійського всюдихода давали своїй розробці назву «багатоцільовий тягач», вони, напевно, самі не здогадувалися наскільки «потрапили в точку». На сьогодні на базі МТ-ЛБ створено понад 80 модифікацій і спеціальних машин. Цей тягач відмінно зарекомендував себе в збройних конфліктах минулих років, а ті, хто говорить про його недостатню захищеність і слабке озброєння, просто не розуміють, для чого був розроблений цей всюдихід.

Основна частина

1. Огляд конструкції багатоцільового тягача МТ-ЛБ.

МТ-ЛБ — радянський/український багатоцільовий тягач (рис. 1), створений для транспортування (перевезення) людей та вантажів, також широко використовується в ролі артилерійського тягача (у деяких частинах використовується для перевезення особового складу моторизованих стрілецьких підрозділів, хоча і не призначався для цієї ролі, на відміну від прийнятих раніше на озброєння БТР-60) [1].

Прийнятий на озброєння в 1964 році, випускався на Харківському тракторному заводі. МТ-ЛБ використовувався радянськими військами у війні в Афганістані, а після розпаду СРСР використовувався практично у всіх великих збройних конфліктах на пострадянському просторі. У значних кількостях МТ-ЛБ також поставлявся союзникам СРСР і нейтральним країнам, використовувався в ряді регіональних конфліктів.

Використовувався МТ-ЛБ як база для ряду машин спеціального призначення, а шасі бронетранспортера використовувалося для цивільних всюдиходів. Хоча з середини вісімдесятих років і сам МТ-ЛБ у варіанті без башти і кулеметного озброєння з успіхом використовувався в народному господарстві в умовах Крайньої Півночі як всюдихід [2].

Після розпаду СРСР виробнича база МТ-ЛБ залишилася на території України. На шасі цієї машини Харківським тракторним заводом розроблений і випускається цивільний всюдихід ХТЗ-3Н.

Висока надійність, простота в обслуговуванні і можливість ремонту в польових умовах зробили цей всюдихід дуже популярним у військах. Невелика маса машини, висока питома потужність і гусеничний хід забезпечують тягачу відмінну прохідність.

Рис. 1. Багатоцільовий тягач легкий броньований МТ-ЛБ

Корпус МТ-ЛБ зварений із сталевих плит, що мають невелику товщину. Така броня може ефективно захищати тільки від стрілецької зброї. Однак за рахунок цього вдалося зберегти порівняно невелику масу машини - всього 9,7 т. Завдяки незначній вазі у конструкторів не виникло особливих проблем з наданням плавучості тягачу. Гусениці МТ-ЛБ забезпечують низький питомий тиск на грунт, що є запорукою високої прохідності машини [1, 2].

Корпус всюдихода складається з декількох відділень: моторне, трансмісійне, відділення управління, транспортно-вантажне.

Відділення трансмісії знаходиться в передній частині тягача. У ньому розташована коробка передач і механізм повороту.

За трансмісійним відділенням знаходиться відсік управління, вони розділені броньованою перегородкою. У відділенні управління розташовані місця механіка-водія і командира машини. Огляд забезпечують лобове скло з захисними кришками. У передній частині корпусу (праворуч) встановлена вежа з 7,62-мм кулеметом ПКТ, яку обслуговує командир машини.

За відділенням управління знаходиться моторне відділення. Воно займає середню частину корпусу всюдихода. Тут розташований двигун і головний фрикціон.

У кормовій частині МТ-ЛБ знаходиться транспортно-вантажний відсік, який призначений для транспортування вантажів або десанту. Для виходу і входу використовуються задні двері і люки в даху корпусу.

Всюдихід оснащений дизельним двигуном ЯМЗ-238В з вісьмома циліндрами, потужністю 240 л. с., що дозволяє машині розвивати на шосе швидкість до 61,5 км/год [3].

Опорні катки МТ-ЛБ мають повітряну камеру, що полегшує пересування по воді. Гусениці МТ-ЛБ забезпечують низький питомий тиск на грунт - 0,45 кг/см².

Підвіска всюдихода - незалежна торсіонна.

МТ-ЛБ може плавати. Пересування на воді здійснюється за рахунок перемотування гусениць.

2. Удосконалення корпусу багатоцільового тягача МТ-ЛБ.

Недоліком цієї машини є те, що днище корпуса одношарової конструкції (рис. 2) та малої товщини, не забезпечує захист екіпажу і устаткування при підриві на міні, хоча воно з внутрішньої сторони посилене поперечними і повздовжніми ребрами, що приварені до нього. Таке днище має підвищену жорсткість, але недостатню до вибухової дії мін.

Отже, головною задачею удосконалення корпусу військової машини МТ-ЛБ є створення багатошарового днища (рис. 3), яке підвищує захист екіпажу та устаткування при підриві на міні.

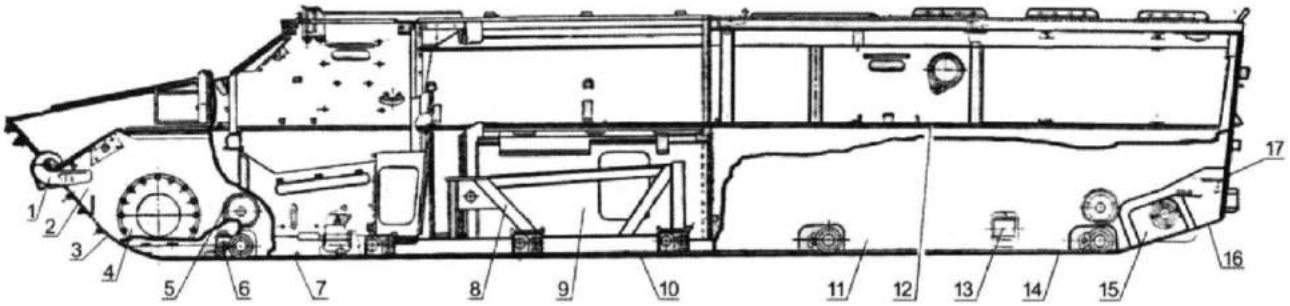


Рис. 2. Корпус тягача МТ-ЛБ:
1 - буксирний гак; 2 - борт; 3 - нижній лобовий лист; 4, 5 - накладки; 6 - кронштейн підвіски;
7, 10, 14, 16 - листи днища; 8 - опора силової установки; 9, 11 - нижні листи бортів; 12 - підкрилок;
13 - кронштейн упору; 15 - кронштейн направляючого колеса; 17 - кормової лист.

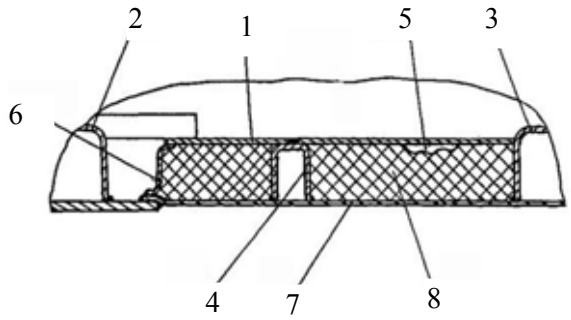


Рис. 3. Удосконалене днище тягача МТ-ЛБ:
1 - внутрішнє днище; 2, 3, 4, 5, 6 - ребра; 7 – зовнішнє днище; 8 – кевларовий наповнювач.

При пересуванні по замінованій місцевості, та наїзді ходовою частиною машини на міну можливий її вибух. При цьому, внутрішнє днище 1 (див. рис. 3), яке закріплене на ребрах 2, 3, 4, 5, 6, що приварені на днищі 7, створюють додаткову жорсткість днищу. Кевларовий наповнювач 8, що заповнює зазор між днищем 7 корпуса та внутрішнім днищем 1, завдяки своїм якостям, перетворює цю конструкцію днища у суцільну та міцну, яка сприяє зменшенню динамічного прогину від ударного навантаження під час вибуху і в значній мірі зменшує бронепробивну силу міни, забезпечуючи захист екіпажу та устаткування.

Висновки

МТ-ЛБ не призначений для безпосередньої участі в бойових діях, спочатку машина створювалася для транспортування артилерійських знарядь. Він не повинен ходити в атаки, а кулемет, встановлений на башті МТ-ЛБ, використовується тільки для самооборони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпенко А. В. Обозрение отечественной бронетанковой техники (1905-1995 гг.) / А. В. Карпенко. – СПб : Невский бастион, 1996. — 480 с.
2. Павлов М. В. Отечественные бронированные машины 1945–1965 гг. / М. В. Павлов, И. В. Павлов. – М. : Техинформ, 2009. — 250 с.
3. «МТ-ЛБ» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/МТ-ЛБ

Біліченко Віктор Вікторович — доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, тел. +380674301540, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3224.

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@mail.ru, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Bichenko Victor V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, tel. +380674301540, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3224.

Borysyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@mail.ru, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

УДК 623.4

Д.В. Борисюк

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ СНАРЯДА 9М114

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено огляд конструкції протитанкового керованого снаряда 9М114. Описано його переваги та недоліки. Запропоновано модифікацію бойової частини снаряда 9М114.

Ключові слова: снаряд, п'єзогенератор, сила інерції, електрична енергія, детонатор, удар, деформація.

Abstract

The review of design anti-tank guided missile 9M114 are presented. Describe its advantages and disadvantages. A modification of the warhead of missile 9M114 is proposed.

Keywords: missile, piezogenerator, inertia, electricity, detonator, shock, deformation

Вступ

Протитанкові керовані ракетні комплекси - це найпоширеніший і затребуваний вид високоточної зброї в даний час. Сучасні протитанкові керовані ракетні комплекси являють собою складні універсальні оборонно-штурмові комплекси, які вже давно не є виключно засобом ураження танків. Сьогодні ця зброя використовується для вирішення широкого спектра завдань, включаючи боротьбу з вогневими точками противника, його фортифікаційними спорудами, живою силою і навіть повітряними цілями. Завдяки універсальності і високій мобільності, протитанкові керовані комплекси в даний час стали одним з основних засобів вогневої підтримки піхотних підрозділів як під час наступу, так і під час оборони.

Основна частина

Протитанковий керований снаряд 9М114 призначений для знищення сучасних танків та інших бронецілей, а також малорозмірних наземних і низьколітаючих повітряних цілей. Снаряд 9М114 використовується для стрільби з комплексу 9К113, розміщеного на вертольотах Ми-24 і Ми-28 або на бойових машин 9П149 та 9П133 [1, 2].

Керований снаряд 9М114 (рис. 1) виконаний за аеродинамічною схемою «качка» і конструктивно складається з бойової частини 1, рульового відсіку 3, силової установки 4, відсіку приладів 6. Для створення необхідної підйомної сили служать чотири дугоподібних пера 5, а керуюча аеродинамічна сила створюється при відхиленні аеродинамічного керма 2. Для забезпечення запуску з пускової труби-контейнера снаряд не має виступаючих частин, керма і пір'я складені і розкриваються після вильоту снаряда з пускової труби-контейнера [3].

Бойова частина снаряда 9М114 з підривним пристроєм, складається з п'єзогенератора, закріпленого за допомогою перехідника до передньої частини корпусу і зовні закритого обтічником. П'єзогенератор підривного пристрою служить для перетворення енергії удару в електричну при зустрічі снаряда з перешкодою. Він складається з ізоляційного кільцевого корпуса, в гнізда якого вставлені п'єзоелементи, що розміщені між нижнім кільцем та опорою і контактують з ними своїми полюсами. При деформації обтічника через опору п'єзогенератор підключається до електричного ланцюга підривного пристрою і створений в ньому під час удару імпульс електричного струму передається на детонатор для підриву бойової частини [1, 2].

Опора п'єзогенератора розміщена по напрямку польоту снаряда перед його п'єзоелементами, має наступний недолік. Під час пуску снаряда на опору п'єзогенератора діє інерційна сила, яка стискає п'єзоелементи і створює між їх полюсами непотрібний на час пуску потенціал електричної енергії. При достатньому значенні цієї енергії та випадковому підключені п'єзогенератора в електричний ланцюг без елементів захисту це може призвести до передчасного підриву бойової частини.

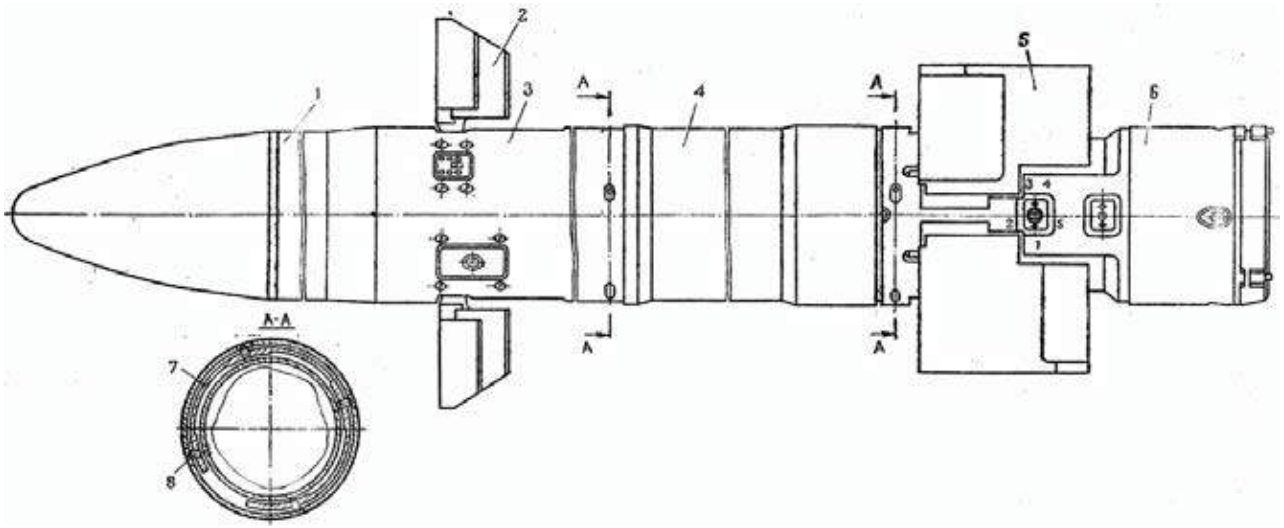


Рис. 1. Снаряд 9М114:
1 - бойова частина; 2 – кермо; 3 - рульової відсік; 4 – силова установка; 5 - нижнє перо;
6 – відсік приладів; 7- стопорне кільце; 8 - гвинт.

В основу удосконалення поставлено задачу створити бойову частину, в якій інерційні сили під час пуску снаряда не викликали передчасного вироблення електричної енергії п'єзогенератором.

Виконання поставленої задачі вирішується тим, що в бойовій частині п'єзогенератор підривного пристрою жорстко закріплений до передньої частини тонкостінного головного обтічника та орієнтований рухомою опорою назад в бік електропровідної упорної втулки, підключеної до електричного ланцюга підривного пристрою.

Суть удосконалення пояснюється кресленням (рис. 2), де зображений фрагмент бойової частини, до складу якої входять: корпус 1, перехідник 2, головний обтічник 3, упорна втулка 4 з ізолятором 5, контакт 6 та п'єзогенератор в складі корпуса 7, кільця 8, п'єзоелементів 9, опора 10. П'єзогенератор жорстко закріплений і контактує своїм кільцем 8 з головним обтічником 3 так, що його опора 10 розміщується позаду п'єзоелементів і не тисне на них при запуску снаряда.

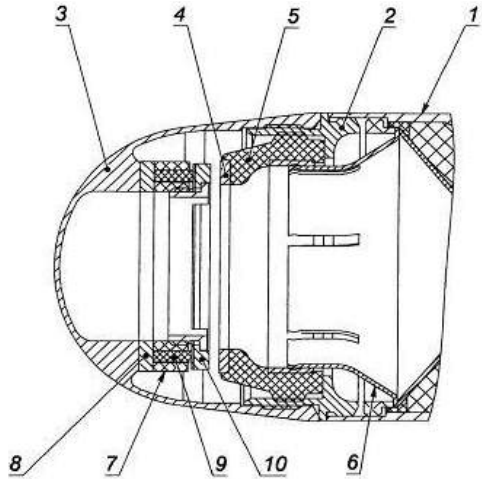


Рис. 2. Удосконалена бойоваова частина снаряда 9М114:
1 – корпус; 2 – перехідник; 3 - головний обтічник; 4 - упорна втулка; 5 – ізолятор; 6 – контакт;
7 - п'єзогенератор в складі корпуса; 8 – кільце; 9 - п'єзоелемент; 10 - опора.

Бойова частина керованого снаряда працює наступним чином.

Під час пуску снаряда завдяки відсутності тиску силою інерції з боку опори 10 на п'єзоелементи 9, електрична енергія ними не виробляється.

При зустрічі снаряда з перешкодою відбувається деформація обтічника 3 і, відповідно, п'єзогенератор переміщується назад від напрямку руху снаряда й ударяється опорою 10 об жорстко закріплену через ізолятор 5 упорну втулку 4, стискаючи п'єзоелементи 9. Електричний заряд, що

виникає при цьому від одного полюса п'єзоелементів 9 по ланцюгу, створеному кільцем 8, головним обтічником 3, перехідником 2, корпусом 1, та від протилежного полюса -через опору 10, упорну втулку 4, контакт 6 та інші деталі, що не показані на кресленні перетікає на детонатор підривного пристрою, який підривається та приводить в дію всю бойову частину [1, 2].

Висновки

Отже, протитанкові ракетні комплекси - один з найбільш динамічно розвиваються сегментів світового ринку озброєнь. Перш за все, це пов'язано із загальною тенденцією до максимального посилення конструктивної захисту всіх типів бойових броньованих машин в сучасних арміях світу.

Запропонована модифікація бойової частини керованого снаряда 9М114 підвищить ефективність його застосування, що є актуальним питанням сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якубович Н. В. Все боевые вертолеты СССР и России. / Н. В. Якубович. — М. : Яуза, 2013. - 146 с.
2. Ангельский Р. Д. Отечественные противотанковые комплексы. / Р. Д. Ангельский. — М. : Астрель, 2002. — 192 с.
3. Штурм (ПТРК) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org /wiki/Штурм_(ПТРК)

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@mail.ru, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Borysyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@mail.ru, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

УДК 623.4

В.В. Біліченко
Д.В. Борисюк

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА МОДИФІКАЦІЯ ВАЖКОГО ТАНКА «ОБ'ЄКТ-279»

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Представлено огляд конструкції та озброєння важкого радянського танка «Об'єкт-279». Описано його переваги та недоліки. Запропоновано ряд модифікацій для введення даного танка в серійне виробництво.
Ключові слова: танк, ремонт, технічне обслуговування, озброєння танка, гармата, кулемет, ходова частина танка, трансмісія танка, активний захист танка, динамічний захист танка.

Abstract
Review of design and weapons of heavy Soviet tank «Object-279» are presented. Describe its advantages and disadvantages. A number of modifications to the introduction of the tank in serial production is proposed.
Keywords: tank, repair, maintenance, armament of the tank, cannon, machine gun, running gear of tank, transmission of tank, an active protection system, reactive armour.

Вступ

Термін «танк» в словнику С.І. Ожегова пояснюється як «броньована самохідна бойова машина з потужним озброєнням на гусеничному ходу» [1]. Але таке визначення не є догмою, в світі немає уніфікованого стандарту танка. Кожна країна виробник створює, і створювала танки з урахуванням власних потреб, особливостей передбачуваної війни, манери майбутніх боїв і власних виробничих можливостей. СРСР в цьому плані не став винятком.

Основна частина

1. Огляд конструкції танка «Об'єкт-279».

«Об'єкт-279» став одним з найбільш незвичайних радянських танків. «Об'єкт-279» — важкий танк (рис. 1), розроблений в 1957 році в Ленінграді конструкторським бюро на чолі з Ж.Я. Котіним під кодовим номером «279». Провідним конструктором проекту був Л.С. Троянов. Танк призначався для прориву оборони супротивника в умовах ядерної війни і дій на важкопрохідних для звичайних танків ділянках місцевості [2, 3].

Рис. 1. Радянський важкий танк «Об'єкт-279» [2]

Танк був спроектований за класичною схемою загального компонування. Оригінальні конструктивні рішення дозволили отримати найменший забронений об’єм (11,47 м³) серед всіх

важких танків. Його корпус мав литу криволінійну форму з тонколистовими противокумулятивними екранами.

Конструкція танка була зварена з чотирьох великих литих броньованих елементів криволінійної форми. Товщина лобової броні корпусу становила 269 мм. Верхня лобова частина з максимальною товщиною 192 мм була нахилена під кутом 60° від вертикалі, а бортові частини товщиною 182 мм — під кутом 45°. Максимальна товщина литої башти сферичної форми по всьому її периметру становила 305 мм при куті нахилу 30°. Зовні корпус танка і борта башти мали незнімні тонколистові протикумулятивні екрани, які доповнюють їх обводи до витягнутого еліпсоїда. Прийнята схема бронювання забезпечувала надійний захист лобової частини танка і його бортів від 122-мм бронебійного і 90-мм кумулятивного снарядів на всіх дальностях стрільби [2, 3].

Озброєння складалося з нарізної 130-мм гармати М-65 і спареного з нею 14,5-мм кулемета КПВТ (Великокаліберний кулемет Владімірова танковий) [2, 3].

У бойовому відділенні були розміщені двоплощинний стабілізатор «Гроза», оптичний приціл-далекомір ТПД-2С, нічний приціл ТПН і механізована укладка снарядів і зарядів з електромеханічним досилачем. Боєкомплект гармати складався з 24 пострілів роздільно-гільзового заряджання.

У танку встановлювався 16-циліндровий Н-подібний чотиритактний дизельний двигун 2ДГ-8М (1000 к.с. при 2400 об/хв) з горизонтальним розташуванням циліндрів і ежекційною системою охолодження [4].

Однопоточна гідромеханічна трансмісія танка включала двореакторну комплексну гідропередачу, планетарну коробку передач з трьома ступенями свободи і двоступеневі планетарні механізми повороту. Для зміни швидкості руху танка використовувалися три передачі переднього ходу, при цьому перемикання двох вищих передач було автоматичне.

У ходовій частині застосовувалася регульована гідропневматична підвіска, яка дозволяє регулювати кліренс від 0 до 687 мм і стрічковий чотиригусеничний рушій. До складу рушія входили 4 гусеничні стрічки з закритим металевим шарніром, 4 ведучі колеса, 4 напрямні колеса, 24 опорні котки малого діаметра і 12 підтримуючих котків.

Ходова частина була змонтована на двох поздовжніх пустотілих балках, які виконували роль паливних баків. Конструкція гусеничного рушія забезпечувала високу прохідність по глибокому снігу і заболоченій місцевості. Вона виключала посадку танка на днище при подоланні вертикальних перешкод. Середній тиск на ґрунт становив всього 0,6 кгс/см², тобто наближався до аналогічного параметру легкого танка. Це був унікальний зразок важкого танка підвищеної прохідності [4, 5].

Танк по шосе розвивав швидкість до 50-55 км/год, а запас ходу становив 250-300 км.

Однак конструкція ходової частини була складною в експлуатації та ремонті в польових умовах, обмежувала можливість зменшення висоти танка при подальшій модернізації і мала великі втрати потужності в гусеничному рушії, особливо при русі по бездоріжжю. Ще одним серйозним недоліком чотиригусеничної ходової частини був опір повороту, який в 12 разів перевершував величину опору повороту для аналогічного танка, виконаного за класичною схемою.

Танк оснащувався системами захисту від радіаційної, хімічної та біологічної зброї, протипожежного обладнання, термо-димового обладнання, устаткуванням для підводного керування танком і системою обігріву бойового відділення. Екіпаж складався з чотирьох чоловік. Вага танка – 60 т.

2. Підсумки проекту.

У 1959 році були проведені випробування танка. Об'єкт проявив себе не кращим чином. Були виявлені недоліки в ходовій частини. Машина виявилася неповороткою, її швидкість падала на в’язких ґрунтах. Ремонтувати та обслуговувати таку техніку було дуже складно. Стало зрозуміло, що «Об'єкт-279» не вийде в серію, він був найдорожчим і занадто вузькоспеціалізованим проектом. Його місце повинен був зайняти «Об'єкт-277» або «Об'єкт-770».

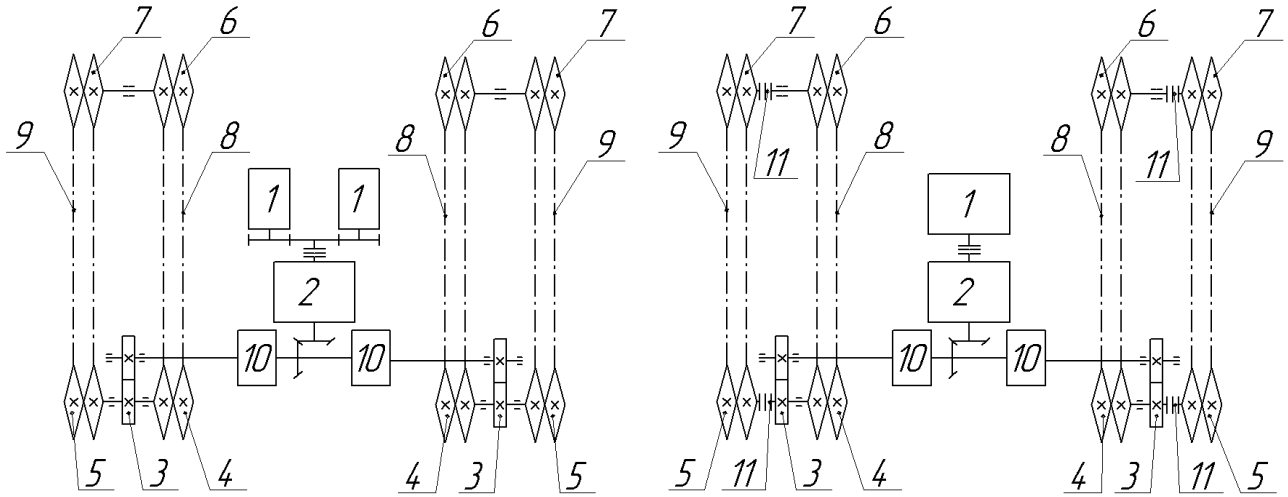
Наприкінці 1959 року було побудовано дослідний зразок, складальні роботи ще двох танків не були завершені.

Кінець розвитку важких танків поклав Н.С. Хрущов, коли після демонстрації військової техніки в 1960 р. заборонив прийом на озброєння танків важче 37 т. Проте, завдяки цьому, аж до появи Т-80У, експериментальний танк «Об'єкт-279» був найпотужнішим в світі [6, 7].

Єдиний екземпляр унікального танка «Об'єкт-279» сьогодні знаходиться в Бронетанкову музеї, в 50 км від Москви.

3. Запропоновані модифікації.

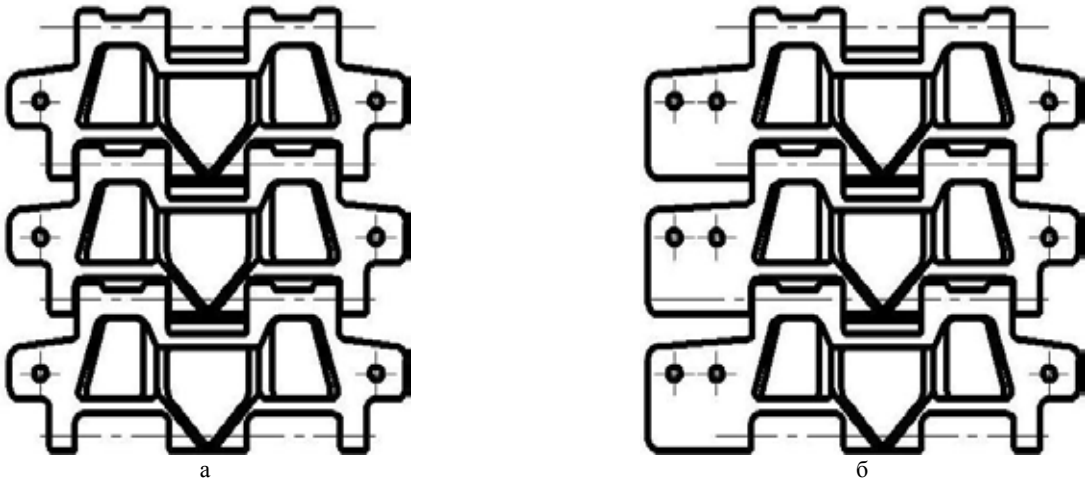
Для зменшення опору повороту танка та підвищення його маневреності пропонується не передавати крутний момент до зовнішніх гусеничних ланцюгів. Цього можна досягти шляхом встановлення фрикційних муфт між внутрішніми і зовнішніми зірочками (рис. 2).



а б

Рис. 2. Кінематична схема трансмісії танка «Об'єкт-279»:
а – базовий варіант; б – модифікований варіант.
1 – двигун; 2 – коробка передач; 3 – кінцева передача; 4 – внутрішня ведуча зірочка; 5 – зовнішня ведуча зірочка;
6 –внутрішня ведена зірочка; 7 – зовнішня ведена зірочка; 8 – внутрішній ланцюг;
9 – зовнішній ланцюг; 10 – планетарний механізм повороту; 11 – фрикційна муфта

Для того щоб забезпечити можливість роботи танка на слабонесучих грунтах необхідно установити гусеничні ланцюги, що складаються з широких ланок. З цією метою пропонується конструкція ланки гусениці на основі базового варіанту (рис. 3, а) ланки з бічними розширювачами (рис. 3, б). Гусениця з розширювачами повинна зменшити середній тиск на грунт.



а б

Рис. 3. Ланка гусеничного рушія експериментального танка «Об'єкт-279»:
а – базовий варіант; б – модифікований варіант.

Наступним кроком модифікації пропонується:

- замінити дизельний двигун 2ДГ-8М на дизельний двигун А-85-3 (12Н360) — чотиритактний, Х-подібний, 12-циліндровий, з газотурбінним наддувом, рідинним охолодженням з проміжним охолодженням повітря, об'ємом 35 л і потужність — 1650 к.с. (при форсуванні до 2200 к.с.) [8];
- замінити оптичний приціл-далекомір ТПД-2С на оптичний приціл-далекомір ТПД-К1 [9];
- замінити 3-и ступеневу коробку передач на 16-и ступеневу коробку передач (як в Т-14 «Армата»);

- замінити гармату М-65 на 152-мм гармату 2А83;
- встановити на башті танка ПКТМ (Кулемет Калашникова танковий модернізований) дистанційного керування для ведення кругового обстрілу [10];
- встановити бронекапсулу для екіпажу, що гарантує його виживання при детонації боєкомплекту (як в Т-14 «Армата») [12];
- встановити комплекс активного захисту «Афганіт», розроблений для захисту від протитанкових ракетних комплексів [11];
- встановити інфрачервоний комплекс виявлення цілей;
- встановити активну підвіску зі спеціальними датчиками, що визначають нерівності ґрунту і зміщують котки в вертикальному напрямку для підвищення швидкості танка по пересіченій місцевості, а також для підвищення влучності стрільби на ходу (як в Т-14 «Армата») [12];
- встановити електромагнітні засоби захисту, які здатні виводити з ладу електроніку підлітаючих ракет за допомогою високочастотного електромагнітного імпульсу (як в Т-14 «Армата»);
- встановити систему керування вогнем «Калина» (як в Т-90МС «ТАГИЛ») [13];
- встановити систему 902Б «Хмара» - уніфікована система запуску димових гранат;
- встановити систему кондиціонування СКС-3;
- в якості нічного прицілу встановити тепловізор «Есса» з матрицею «Catherine FC»;
- встановити бортові захисні екрани для захисту ходової частини, які переводяться з горизонтального положення в вертикальне за допомогою гідроциліндрів та динамічний захист «Малахіт» [14].

Втіливши вище вказані модифікації в важкий танк «Об'єкт-279», дозволить поставити його в серійне виробництво і підвищити обороноздатність країни.

Висновки

Танкові війська є і залишаються основною ударною силою в наземних операціях. Унікальне поєднання маневреності, захисту та вогневої потужності дозволяє їм вирішувати широкий спектр завдань. Все це означає, що танкові війська в майбутньому будуть активно удосконалюватися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – 5-е изд. – М. : Азбуковник, 1999. — 944 с.
2. Карпенко А. В. Обозрение отечественной бронетанковой техники (1905-1995 гг.) / А. В. Карпенко. – СПб : Невский бастион, 1996. — 480 с.
3. Павлов М. В. Отечественные бронированные машины 1945–1965 гг. / М. В. Павлов, И. В. Павлов. – М. : Техинформ, 2009. — 250 с.
4. «Об'єкт-279» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/ wiki/ %D0%9E%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82_279
5. Опытный тяжелый танк (объект 279 - специального назначения) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://btt9.narod.ru/1946/18.htm
6. Единственный в своем роде и уникальный танк. Объект 279. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://xponolog.blogspot.com/2013/01/279.html
7. «Объект-279» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://forum.worldoftanks.ru /index.php?/topic/9433%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BA%D1%82-279/
8. Двигатель ближайшего будущего [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https: //topwar.ru/7491-dvigatel-blizhayshego-buduschego.html
9. ТПД-К1 (1А40) - танковый прицел-дальномер [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://russianarms.ru/forum/index.php?topic=6500.0
10. ПКТМ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://warbook.info/item/ pulemet-pktm
11. Афганіт [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/ %D0%90%D1%84%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%82
12. Т-14 «Армата» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https:// uk.wikipedia.org/ wiki/%D0%A2-14
13. Танк Т-90МС «ТАГИЛ»: Система керування вогнем [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://bodyguards.com.ua/watchman/2529-tank-t-90ms-tagl-sistema-upravlnnya-vognem.html

14. Малахит (динамическая защита) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%82_(%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0)

Біліченко Віктор Вікторович — доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, тел. +380674301540, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3224.

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@mail.ru, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Bichenko Victor V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, tel. +380674301540, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3224.

Borysyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@mail.ru, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

УДК 623.4

В.В. Біліченко
Д.В. Борисюк

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА МОДИФІКАЦІЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА ТАНКА Т-72

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено огляд конструкції та озброєння радянського танка Т-72, розробленого конструкторами та інженерами конструкторського бюро «Уралвагонзаводу». Описано його переваги та недоліки. Запропоновано модифікацію силового агрегата даного танка.

Ключові слова: танк, озброєння танка, силова установка, модифікація, допоміжна силова установка, потужність двигуна, компресор, стартер-генератор.

Abstract

The review of design and armament of the Soviet tank T-72, developed by designers and engineers of design office «Uralvagonzavod» are presented. Describe its advantages and disadvantages. A modification of the power unit of the tank is proposed.

Keywords: tank, tank armament, power unit, modification, an auxiliary power unit, engine power, compressor, starter-generator.

Вступ

Термін «танк» в словнику С.І. Ожегова пояснюється як «броньована самохідна бойова машина з потужним озброєнням на гусеничному ходу» [1]. Але таке визначення не є догмою, в світі немає уніфікованого стандарту танка. Кожна країна виробник створює, і створювала танки з урахуванням власних потреб, особливостей передбачуваної війни, манери майбутніх боїв і власних виробничих можливостей. СРСР в цьому плані не став винятком.

Основна частина

1. Огляд конструкції танка Т-72.

Т-72 — основний бойовий танк (рис. 1), розроблений в СРСР. Прийнятий на озброєння радянської армії у 1973 році.

Танк створений в КБ «Уралвагонзаводу» в Нижньому Тагілі на основі танка Т-64А. Головний конструктор машини — В.Н. Венедиктов.

Рис. 1. Танк Т-72

Т-72 має класичне компонування, з розміщенням моторно-трансмісійного відділення в кормовій, бойового - в середній, а відділення управління - в лобовій частині машини. Екіпаж танка складається з трьох чоловік.

Т-72 має диференційований противоснарядний броньований захист. Броньований корпус танка - це жорстка коробчаста конструкцію, яка складається з листів і плит катаної гомогенної броньованої сталі і комбінованої броні.

Основним озброєнням Т-72 є 125-мм гладкоствольна гармата Д-81ТМ. З гарматою спарений 7,62-мм кулемет ПКТ, в якості зенітного кулемета використовується НСВТ-12,7 «Утьос» на відкритій турельній установці.

Силова установка танка Т-72 [2] розташована в броньованому корпусі, яка складається із двигуна з однобічним відбором потужності й силової передачі.

На Т-72 встановлювався двигун В-46 з приводним відцентровим нагнітачем, що розвивав максимальну потужність в 780 к.с. при 2000 об/хв [3].

2. Модифікація силового агрегата танка Т-72.

Недоліки базової силової установки танка Т-72 наступні:

1. Двигун з однобічним відбором потужності має малу потужність і великі габаритні розміри, що не дозволяє забезпечити зростаючі вимоги до динамічних і експлуатаційних характеристик. Відсутні безпосередньо на двигуні приводи до відцентрового вентилятора, компресора, стартера-генератора, що спричиняє необхідність установки в моторно-трансмісійному відділенні (МТВ) гітари (додаткового редуктора) для забезпечення передачі крутного моменту від двигуна на коробки передач і далі на ведучі колеса танка, на відцентровий вентилятор, компресор високого тиску, стартер-генератор.

2. Відсутність допоміжної силової установки в складі танка приводить до необхідності роботи двигуна на стоянці при знаходженні танка у черговому режимі для забезпечення електроенергією агрегатів і систем танка, що приводить до нераціонального використання ресурсу двигуна, збільшенню експлуатаційної витрати палива й мастила; для пуску двигуна в холодну пору необхідний підігрівник, у випадку його несправності відсутня можливість пуску двигуна при низьких температурах за відсутності допоміжної силової установки.

3. Компоновочна схема вентилятора, конструктивно розташованого в спеціальному кожусі обумовила відносно малий (близько 18%) ККД відцентрового вентилятора, що призводить до великих витрат потужності на його привід і не забезпечує необхідного тепловідведення для забезпечення роботи двигуна без обмеження потужності при температурах навколишнього повітря більше 40°С.

4. Повітроочисник має великий опір, що призводить до значних втрат потужності двигуна через великий опір на впуску.

5. У пристрої для випуску відпрацьованих газів двигуна й викиду пила з повітроочисника застосовані випускні труби (ежектори) із центральним підведенням випускних газів із двигуна, а повітря з пилом з повітроочисника підводиться у периферійні зони. Ежектори такого типу в умовах обмежених габаритів по довжині мають малі ККД і відносно більші опори на випуску, що призводить до збільшення втрат потужності двигуна й спричиняється застосування двох ежекторів замість одного.

6. Підігрів мастила в баці системи мащення двигуна й системи гідрокерування й мащення силової передачі здійснюється за рахунок застосування змійовиків, через які циркулює охолоджена рідина для розігріву мастила перед пуском, знижує ефективність роботи підігрівника й збільшує тривалість прогріву двигуна перед пуском, тому що та сама кількість тепла витрачається на підігрів води й мастила, і не дозволяє збільшити кількість використаного тепла за рахунок використання тепла випускних газів без зміни конструкції підігрівника й витрати палива підігрівника.

7. На борту танка, при непрацюючому основному двигуні, є тільки одне джерело електричної енергії - акумуляторні батареї, які не забезпечують тривалу роботу електросистем (при знаходженні танка у черговому режимі й непрацюючому двигуні) без їхньої підзарядки від генератора двигуна або від стороннього джерела живлення.

8. Неможливість пуску двигуна електричним способом при розряджених акумуляторних батареях і відсутності сторонніх джерел енергії.

З вище зазначених недоліків, можна сказати, що завданням модифікації є поліпшення динамічних і експлуатаційних характеристик танка для зменшення часу розгону до максимальної швидкості,

збільшення середньої швидкості руху по ґрунтових дорогах, зниження витрат палива й масла, удосконалення систем, що забезпечують роботу двигуна з метою забезпечення його роботи при високих температурах навколишнього середовища (до +55°С), забезпечення тривалої працездатності електричних систем танка на стоянці (у черговому режимі) при непрацюючому двигуні за рахунок впровадження допоміжної силової установки при максимальному використанні базових вузлів. При цьому технічний результат, полягає в тому, що у нову силову установку танка, введені наступні нові ознаки:

- встановлено основний дизель більшої потужності й менших габаритів, із двостороннім відбором потужності безпосередньо на коробки передач, конструктивно об'єднані з бортовими редукторами, а до складу двигуна входять привід відцентрового вентилятора, компресор високого тиску, стартер-генератор і їхні приводи, що дозволить вилучити гітару (редуктор);
- завдяки застосуванню основного дизеля менших габаритів і вилученню гітари (редуктора), у вільні об'єми, що з'явилися, встановлено допоміжну силову установку, яку використали для енергопостачання танка при непрацюючому основному дизелі, яка має свої системи мащення, охолодження й випуску відпрацьованих газів;
- встановлені спеціально спрофільовані напрямні ребра у кожух відцентрового вентилятора;
- встановлено у повітроочисник аеродинамічно спрофільований патрубок більших габаритів, через який очищене повітря прямує до основного дизеля;
- застосовані в пристрої для випуску відпрацьованих газів з основного дизеля й викиду пилу з повітроочисника одна труба видалення пилу з пилозбірника повітроочисника, один ежекційний клапан, що має збільшені прохідні перерізи, і одна випускна труба (ежектор), причому випускні гази при цьому підводять у периферійну зону випускної труби, а повітря з пилом з пилозбірника повітроочисника - у центральну зону випускної труби;
- у масляних баках системи мащення двигуна, системи гідрокерування і мащення силової передачі змійовики замінені на жарові труби, через які пропускаються випускні гази підігрівника, що забезпечують прогрів масла в баках перед пуском за рахунок використання теплової енергії випускних газів підігрівника;
- у пристрій для випуску відпрацьованих газів основного дизеля підключена система випуску відпрацьованих газів допоміжної силової установки.

Перелічені ознаки підтверджуються наступними обґрунтуваннями:

- забезпечене збільшення потужності танка на 25-35% без збільшення об'єму моторно-трансмісійного відділення.
- розміщення допоміжної силової установки в броньованому корпусі дозволило спростити конструкцію, вилучити броньований відсік допоміжної силової установки, знизити вагу військово-гусеничних машин;
- забезпечена робота електричних систем танка без пуску основного дизеля при тривалому знаходженні у черговому режимі, забезпечений пуск основного дизеля від допоміжної силової установки при розряджених акумуляторних батареях;
- установка спеціально спрофільованих напрямних ребер у корпусі дозволила збільшити ККД відцентрового вентилятора, що забезпечило збільшення витрати повітря не менше ніж на 20% при тій же споживаній потужності;
- спеціально спрофільований патрубок більших розмірів знизив опір повітроочисника й збільшив потужність основного дизеля за рахунок зниження втрат у впускній магістралі (зниження втрати потужності основного дизеля);
- застосування випускного патрубка з периферійним підведенням газу замість центрального, в умовах обмежених габаритів по довжині дозволило збільшити ККД ежектора викиду пилу в 1,7 разу, що забезпечило необхідну ефективність видалення пилу з пилозбірника повітроочисника;
- вилучення змійовиків і застосування жарових труб забезпечило спрощення конструкції маслобаків, збільшило інтенсивність прогріву мастила, дозволило використати енергію випускних газів підігрівника, тобто підвищилась його ефективність;
- спрощена конструкція випускної системи енергоагрегату, що дозволило не вводити додатковий отвір у броньованих стінках моторно-трансмісійного відділення й додаткове устаткування для герметизації моторно-трансмісійного відділення при подоланні танком броду й при експлуатації під водою.

На рис. 2а представлено компоновочне розміщення вузлів і систем силової установки.

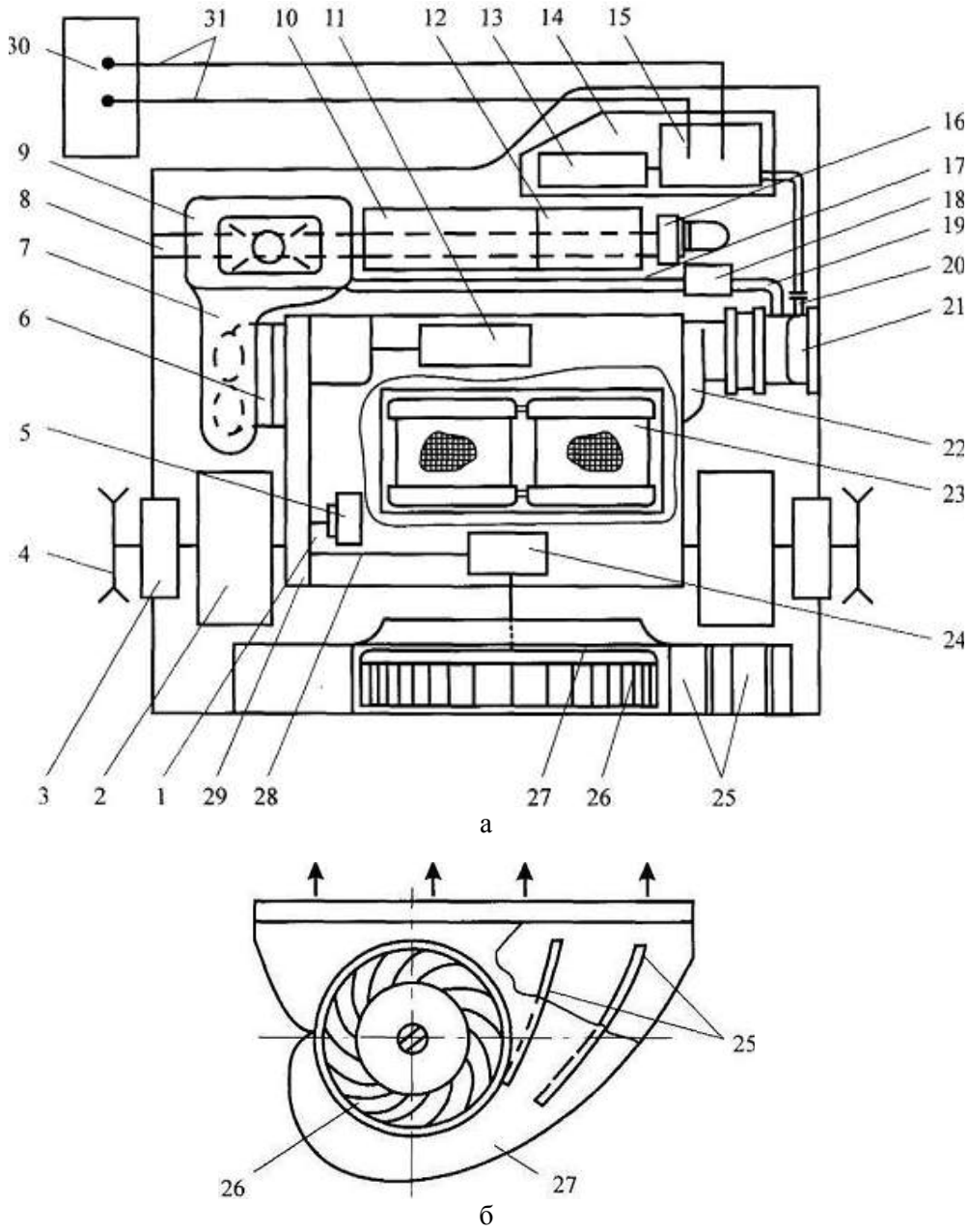


Рис. 2. Модифікована силова установка танка Т-72:
а – компоновочне розміщення вузлів і систем; б – відцентровий вентилятор модифікованої силової установки танка Т-72;
1 – основний дизель; 2 – коробка передач; 3 – бортова передача; 4 – ведучі зірочки; 5 - компресор високого тиску;
6 - вхідник компресора основного дизеля; 7 – патрубок; 8 – жарова труба; 9 – повітроочисник; 10 – масляний бак системи мащення; 11 - стартер-генератор основного дизеля; 12 - масляний бак системи гідрокерування і мащення силової передачі;
13 - стартер-генератор допоміжної силової установки; 14 - допоміжна силова установка; 15 – дизель; 16 – підігрівник;
17, 19 – труби; 18 – ежекційний клапан; 20, 31 – труба; 21 – випускна труба; 22 – турбіна основного дизеля;
23 – акумуляторна батарея; 24 – конічний редуктор; 25 - напрямні ребра; 26 – відцентровий вентилятор; 27 – кожух;
28 – ресора; 29 – передача основного дизеля; 30 – електровентилятор.

Основний дизель 1, що має двосторонній відбір потужності від колінчастого вала, встановлюється співвісно з коробками передач 2, конструктивно об'єднаними з бортовими передачами 3, від яких потужність передається на ведучі зірочки 4 танка. Коробки передач, бортові передачі й ведучі колеса використовуються базові.

На основному дизелі встановлюється компресор високого тиску 5, стартер-генератор 11 і їхні приводи, конічний редуктор 24 привода відцентрового вентилятора 26. Привід компресора високого тиску 5 і стартер-генератора 11 здійснюється від передачі основного дизеля 29.

Допоміжна силова установка 14 містить у собі стартер-генератор 13 і дизель 15. На стоянках, коли не працює основний дизель, стартер-генератор 13 забезпечує всі електричні споживачі енергії танка такою ж потужністю, як і основний дизель від свого стартер-генератора 11.

Система охолодження дизеля 15 допоміжної силової установки автономна, її радіатор з електровентиляторами 30 встановлений на лівій надгусеничній полиці танка та з'єднаний з дизелем допоміжної силової установки трубами 31.

Випускні гази дизеля 15 допоміжної силової установки направляються по трубі 20 у трубу випускну 21 основного дизеля.

Привід відцентрового вентилятора 26 здійснюється від передачі 29 основного дизеля через ресору 28 і конічний редуктор 24.

На рис. 2б показаний відцентровий вентилятор, розміщений у корпусі 27 зі спеціально спрофільованими напрямними ребрами 25. Спеціально спрофільовані напрямні ребра 25, встановлені в кожусі 27, утворюють дифузори з оптимальними кутами розкриття в перерізі кожуха, що забезпечило в порівнянні із базовим варіантом збільшення ККД відцентрового вентилятора 26 і збільшення витрати повітря при тій же споживаній потужності.

Під час модифікації було встановлено, що відсутність напрямних ребер, як це має місце на базовому варіанті, приводить до відриву потоку повітря від стінок кожуха, утворенню зворотного потоку повітря та формуванню окружної нерівномірності потоку повітря на вихідних крайах відцентрового вентилятора і, як наслідок, малому його ККД.

На повітроочисник 9 встановлено патрубок 7, що має спеціальний аеродинамічний профіль і збільшений переріз, через який очищене повітря направляється у вхідник компресора 6 основного дизеля. Видалення пилу з повітроочисника відбувається через труби 17, 19, ежекційний клапан 18 і випускну трубу 21. Випускна труба 21 являє собою ежектор з периферійним підведенням випускних газів, що потрапляють у нього з турбіни 22 основного дизеля; у центральну (соплову) частину ежектора підводиться повітря з пилом з повітроочисника через трубу 19. Застосування ежектора з периферійним підведенням газу, замість центрального, як це має місце на базовому варіанті, в умовах обмежених габаритів по довжині, дозволило збільшити ККД ежектора.

Збільшення ККД пояснюється тим, що ежектор з периферійним підведенням газу ефективно працює при довжині камери змішування рівної 2…4 її діаметра і ця вимога була реалізована в умовах обмежених габаритів, а для ежектора із центральним підведенням газу довжина камери змішування повинна дорівнювати 8…10 її діаметра - цю вимогу в умовах обмежених обсягів на базовому варіанті реалізувати неможливо.

Випускні гази підігрівника 16 при проведенні передпускового розігріву основного дизеля проходять через жарові труби 8, установлені в масляному баці 10 системи мащення основного дизеля і у маслобаці 12 системи гідрокерування і мащення силової передачі.

Таким чином, використання запропонованих модифікацій, дозволяє збільшити динамічні й експлуатаційні характеристики силової установки, а також забезпечити працездатність електросистем танка при непрацюючому основному дизелі, що приводить до збереження ресурсу основного дизеля й економії палива.

Висновки

Будучи прийнятим на озброєння в 1973 році, Т-72 і зараз стоїть на озброєнні багатьох країн, а, завдяки модифікаціям і сучасному обладнанню, здатний конкорувати з багатьма іншими сучасними танками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпенко А. В. Обозрение отечественной бронетанковой техники (1905-1995 гг.) / А. В. Карпенко. – СПб : Невский бастион, 1996. — 480 с.

2. Павлов М. В. Отечественные бронированные машины 1945–1965 гг. / М. В. Павлов, И. В. Павлов. – М. : Техинформ, 2009. — 250 с.

3. Барятинский М. Б. Т-72. Уральская броня против НАТО. / М. Б. Барятинский. — М. : Эксмо, 2008. — 128 с.

Біліченко Віктор Вікторович — доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, тел. +380674301540, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3224.

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@mail.ru, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Bichenko Victor V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bilichenko_v@mail.ru, tel. +380674301540, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3224.

Borysyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@mail.ru, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

УДК 621.793.79

О. Л. Гайдамак

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ОТРИМАНИХ ГАЗОДИНАМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є визначення характеристик функціональних покриттів на основі алюмінію які отримані методом газодинамічного напилення, та перспективи застосування цих покриттів на зовнішніх поверхнях стрілецької зброї.

В дослідженні показано, що використання газодинамічних покриттів може бути використане для антикорозійного захисту поверхонь озброєння, поліпшення умов охолодження стволів, поліпшення ергономічних показників, зменшення ваги озброєння, покращення антифрикційних властивостей поверхонь тертя.

Ключові слова: газодинамічні покриття, антикорозійний захист, охолодження, вага, тертя, антифрикційні властивості.

Abstract

The object of this study is to determine the characteristics of functional coatings based on aluminum obtained by gas-dynamic spraying, and prospects of these coatings on the outer surfaces of small arms.

The study shows that the use of gas-dynamic coating can be used for corrosion protection of surfaces weapons, improving cooling shafts, improved ergonomic performance, weight reduction of armaments to improve anti-friction properties of the friction surfaces.

Keywords: gas-dynamic coating, corrosion protection, cooling, weight, friction, friction properties.

Створення функціональних покриттів на поверхнях деталей дозволяє суттєво впливати на експлуатаційні характеристики та надавати цим поверхням нових, не притаманних матеріалу деталі, якостей. Наприклад створення покриттів на основі алюмінію на сталевих деталях може захистити ці деталі від корозії та значно змінити фрикційні та електропровідні та теплопровідні властивості покритих поверхонь.

На кафедрі технології підвищення зносостійкості Вінницького національного технічного університету розроблено і виготовлено дослідну установку для газодинамічного нанесення функціональних покриттів. Установка складається з нагрівача повітря та напилювача.

Напилювач (рис. 1) [3] складається з корпусу 1 в якому розміщено голку 2 для регулювання повітряного потоку та створення ефекта ежекції. До корпусу 1 приєднано канал 3 подачі порошку, який всмоктується у сопло 4 за рахунок ефекта ежекції. Напилювач має канал 5 через який подається нагріте стиснуте повітря.

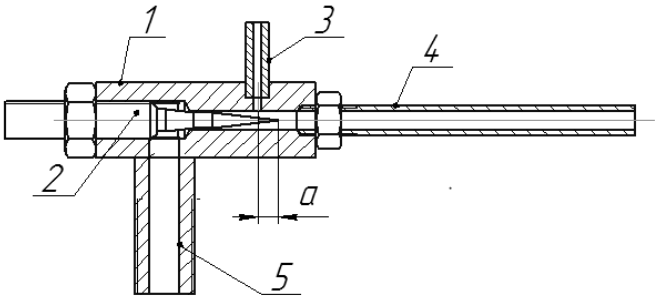
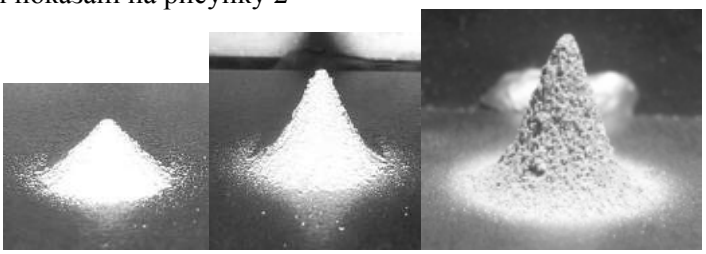


Рисунок 1 – Напилювач:
1 – корпус, 2 – голка, 3 – канал подачі порошку, 4 – сопло, 5 – канал подачі стиснутого повітря.

Мета дослідження. Визначення коефіцієнту використання алюмінієвого порошку в залежності від режимів напилювання. Визначення міцності зчеплення плями покриття з підкладкою. Визначення пористості отриманих покриттів та оцінити перспективи застосування досліджених покриттів для різних галузях техніки в тому числі їх застосування при виробництві стрілецького озброєння.

Для проведення дослідження використовували порошок алюмінієвий марки ПА-4 ГОСТ 6058-73 та порошок А20-11з розміром частинок порошку 60 - 100 мкм. Порція порошку складала 0,47 г. Дистанція напилення 15 мм. В якості підкладки використовували пластини з сталі 3 товщиною 1 мм. Поверхня пластин під напилення попередньо не оброблялась.

Результати напилення показані на рисунку 2



а б в

Рисунок 2 – Фігури напилення. а – зразок № 1, б – зразок № 2, в – зразок № 3.

Фіксували температуру початка і кінця напилювання. Тиск повітря становив 0,57 МПа. Зважували підкладку до та після напилювання. Всі данні заносили до таблиці 1. Де (а) – відстань яка визначає положення голки 2 відносно каналу введення порошку 3, T_1, та T_2 -температура початку та кінця напилювання, M_1 та M_2 - маса основи до та після напилювання. $M_п$ – маса плями напилення, К – коефіцієнт використання порошку який визначається як відношення маси фігури напилення до початкової маси порції порошку та помноженої на 100%.

Таблиця 1 - Порівняння режимів напилення та коэфіцієнту використання порошкового алюминія ПА-4

№ заразка	а мм	T_1 ºС	T_2 ºС	M_1 г	M_2 г	$M_п$ г	К %
1	2,25	320	330	10,41	10,45	0,04	8
2	1,85	320	360	10,55	10,67	0,12	25,5
3	1,5	320	460	10,79	10,99	0,2	42,5

Таблиця 2 - Визначення пористості плями покриття

№ Зразка	Маса плями розрахункова для алюмінію А0, г	Об'єм розрахунковий, $мм^3$	Маса плями зважена, г	Густина плями ρ_2, $г/мм^3$	Порис-тість плями J, %
1	0,097759	36,206894	0,04	0,0011	41
2	0,227543	84,275364	0,12	0,0014	52
3	0,439850	162,907247	0,2	0,00158	58

Відомо, що ефективність та швидкість охолодження буд'якого нагрітого об'єкту покращується із збільшенням площі поверхонь цих об'єктів. Наприклад кулемет ДШК має спеціальні нарізи на зовнішній поверхні ствола для того щоб збільшити площу його поверхні і запобігти перегріву.

Рисунок 3 – Кулемет ДШК.

Досліджене пористе покриття аналогічно з нарізами на поверхні ствола значно збільшує площу охолодження за рахунок мікроскопічних відкритих порожнин (пор) всередині покриття. Для того щоб оцінити збільшення ефективної площі охолодження порахували довжину границь зерен які контактують з порами і відповідно здійснюють теплообмін з повітрям в цих порах. Методика підрахунку довжин зерен полягала в обведені границь зерен мікро шліфа кривою Біз'є в програмі Компас та вимірювання довжин цих кривих. Схема підрахунку довжин границь зерен мікро шліфа покриття порошку ПА-4 показана на рисунку 4.

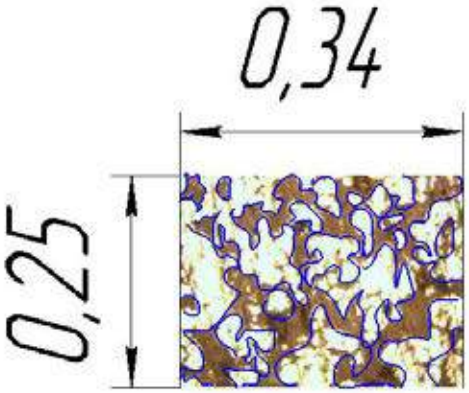


Рисунок 4 – Схема підрахунку довжини границь зерен мікро шліфа покриття порошку ПА-4.
Розмір знімка мікро шліфа газодинамічного покриття 0,34 х 0,25 мм

Сума довжин ліній границь зерен (синього кольору) становить 4,8 мм (рис 4).

Якщо прийняти площу поверхонь всередині пористого покриття прямо пропорційною довжині границь зерен мікро шліфа то можна вважати, що на прямолінійній ділянці, наприклад ствола кулемета, довжиною 0,34 мм при товщині покриття 0,25 мм додатково утворилась активна поверхня площею пропорційною довжині границь зерен, сума яких становить 4,8 мм. Тобто активна площа яка здатна покращати теплообмін збільшилась в 4,8/0,34 = 14 раз. Крім того пористе покриття створюється з алюмінію або міді які мають кращі, ніж сталь, теплопровідні властивості.

В результаті проведеного дослідження встановили, що із збільшенням температури напилення з 320 до 460 ºС коефіцієнт використання порошку збільшився з 8 до 42,5 %, водночас межа міцності на зсув плями покриття з підкладкою зменшилась з 5,79 до 2,55 МПа , при цьому пористість отриманого покриття збільшилась з 41 до 58%.

Отримані покриття можуть бути використані для створення фільтрів тонкої очистки газів та рідин з розміром прохідних пор 60 – 100 мкм, Для створення поверхневих шарів пар тертя здатних утримувати мастильні матеріали.

Крім того отримані покриття можуть бути застосовані для інтенсифікації процесу охолодження поверхонь які в процесі експлуатації піддаються значному нагріванню, наприклад стволи кулеметів і автоматів.

Дослідженні покриття можуть забезпечити надійний антикорозійний захист зовнішніх поверхонь стрілецького озброєння.

З'являється перспектива зниження ваги стволів і відповідно ваги кулеметів і автоматів.

З'являється перспектива спрощення конструкцій озброєння та покращення технологічних показників її виготовлення.

Найбільш оптимальні характеристики покриття та режими його нанесення можуть бути встановлені за результатами проведення відповідної науково-дослідної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пат. 110552 Україна, МПК C23C 24/00. Пристрій для газодинамічного нанесення покриттів з радіальною подачею порошкового матеріалу / Гайдамак О. Л.; заявник та патентовласник Гайдамак О. Л. — № а 201405543; заявл. 23.05.14; опубл. 12.01.16, Бюл. №1.

Гайдамак Олег Леонідович – доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu111@gmail.com, Україна, 21018, м. Вінниця, вул. Литвиненка 24, кв. 12.

Gaydamaka Oleg Leonidovich - Associate Professor TPZ, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vntu111@gmail.com, Ukraine, 21018, m. Vinnytsya, st. Litvinenko, 24, Apt. 12.

УДК 623.442.45

О. Л. Гайдамак
А. В. Лисун

ПОРІВНЯННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГВИНТІВКИ М 16 ТА АВТОМАТА АК 74

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є порівняння характеристик штурмової гвинтівки М16 та автомата АК74.

В дослідженні показано, що при досить близьких тактико технічних характеристик гвинтівка М16 має меншу віддачу та кращу кучність стрільби, водночас автомат АК74 має кращу надійність в екстремальних умовах експлуатації.

Ключові слова: гвинтівка М16, автомат АК74, тактико-технічні характеристики.

Abstract

The object of this study is to compare the characteristics of M16 assault rifles and AK-74 machine.

The study shows that under very close tactical technical characteristics of the M16 rifle has less impact and better compactness of fire, while automatic AK-74 has better reliability in extreme operating conditions.

Keywords: M16 rifle, AK-74 machine, tactical and technical characteristics..

У 1960-х роках у США на озброєння надходить гвинтівка AR - 15 "Армалайт" під патрон 5,56 х 45 мм. фірми "Ремінгтон". Після випробувань у В'єтнамі Юджин Соунер допрацьовує її і в 1967 році вона приймається на озброєння під індексом М 16 А1.

Застосовуючи патрон малого калібру ми знижуємо віддачу, вага, габарити зброї. Зростає точність і купчастість бою. Збільшується носиться боєкомплект. СРСР через 10 років відповів на М16 створенням АК -74 під патрон 5,45 х 39 мм

Порівняння тактико-технічних характеристик штурмової гвинтівки М-16, і автомата АК-74 (Таблиця 1.)

Таблиця 1 – порівняння ттх АК-74М та М16А1

	АК-74М	М16А1
Зовнішній вигляд		
Рік прийняття на озброєння:	1991	1963
Маса(без магазину):	3,40 кг	2,88 кг
Довжина автомата з розкладеним прикладом:	940 мм	990 мм
Довжина ствола:	415 мм	508 мм
Патрон який використовується:	5,45×39 мм	5,56×45 мм
Режим стрільби:	поодинокий, автоматичний	поодинокий, автоматичний
Темп стрільби, пострілів/хв. :	650	800
Початкова швидкість кулі, м/с:	900	990
Ефективна дальність стрільби:	650 м	600 м

Магазини по:	30 (45/60) патронів	30 (20/100) патронів
Стандартний приціл:	відкритий	діоптричний
Кріплення для прицілів:	ластівчин хвіст	планка Пікатіні
Підствольній гранатомет:	ГП-25 ГП-30 ГП-34[19]	М203

Порівняємо ці моделі більш детальніше.

Автоматика АК-74 (рис. 1), і М16 (рис. 2)працює за відводу порохових газів через отвір у каналі ствола. У АК - гази тиснуть на газовий поршень затворної рами, із затвором. Простота, великі зазори між деталями при великій масі затворної рами забезпечують стрілянину в грязі і при загусла на морозі мастилі. Переміщення важкої рами веде до збивання прицілу при стрільбі чергами.

Рисунок 1 – Автомат АК 74

Рисунок 2 – Штурмова гвинтівка М16А1

У М16 - гази тиснуть безпосередньо на затвор через вузьку трубку. Мала вага затворного сайту - меншу вагу зброї, менше віддача, краще стійкість невеликий хід затвора малої маси дозволяє точно покласти 2-3 кулі, адже зброя не встигає змінити свого положення. Малі зазори деталей - вкрай несприятливо вплив бруду при стрільбі в реальних польових умовах, затримки в стрільбі. Порівняйте енергетику патронів АК 5,45 х 39 мм І 7,62 х 39 мм З патронами М16 5,56 х45 мм. (див. довідник) Прекрасна дульна енергія американського патрона створюється не тільки відмінним порохом, але і малим відводом порохових газів для автоматики.

Класичне компонування АК:

Приклад зміщений для зручності прицілювання. Тому між плечем стрілка і віссю стовбура виникає момент сили під час пострілу. Чим нижча точка опори від лінії стрільби, тим більше догляд стовбура вгору.

При стрільбі чергами з АКМ за ростової фігури на 300 м перша куля потрапляє в "живіт", друга - "на плече", третя - "молоко".

У М 16 - "прогресивне компонування" з "прямим" прикладом. Тому немає "підняття" ствола. Розсіювання при стрільбі на 300 м у М16 по горизонту 15 см, по вертикалі 22 див.

Прицільні пристосування при такій компоновці треба піднімати високо над стволом, що незручно при стрільбі на вскидку, демаскує стрілка в положенні "лежачи" - збільшує його силует.

Пробивні та забійні властивості кулі в АК - 74, і М16 реалізовані різними способами.

У каналі ствола М16 крок нарізів 305 мм, мала "закрутка" кулі в польоті, політ на межі стійкості - все це викликає перекидання кулі при влученні в ціль, завдає рани "несумісні з життям". Але це ж "недокручування" призводить до рикошетам навіть при попаданні в очерет, гілки дерев, різко знижує пробивна дія.

У АК-74 крок нарізів у каналі ствола 200 мм., але куля мала зміщений центр маси. Порожнину між оболонкою кулі і свинцем при попаданні в ціль зім’ялась, забезпечуючи проникнення кулі

в ціль, при цьому куля змінювала напрям вже всередині мети. Хоча така схема також викликає багато ударів, але менше ніж у М16.

З появою бронежилетів у солдатів, пробивна дія кулі вийшло на перший план. Прийнятий новий патрон SS 109 (Бельгія), у М16 А3 крок нарізів ствола став 178 мм, пробивна сила зросла в 2 рази (!) Черга з 3-х пострілів пробиває 20 см стандартну залізобетонну мішень.

У АК - 74 прийнята на озброєння аналогічна куля 7Н10.

У АК - відкритий приціл секторного типу. Хороший огляд вдень і вночі, зручно стріляти по рухомих цілях. Недолік - мала прицільна лінія, мала влучність стрільби на великі відстані.

У М16 - діоптричний приціл. Легко цілитися, велика прицільна лінія - висока точність стрільби. Але обмежений сектор огляду не дає можливість впевнено вражати рухомі цілі, вести вогонь на поразка в сутінках, тим більше вночі.

Дульний компенсатор АК-74 зменшує віддачу і збільшує купчастість бою. Компенсатор М16 ще й ефективний полум'ягасник (як це важливо при стрільбі з інфрачервоним прицілом вночі). Корпус компенсатора має бічні щілини і дозволяє пострілом перебити колючий дріт на загородженнях. Крім того компенсатор є "спрямовуючої" для метання гвинтівкових гранат з допомогою бойових і холостих патронів.

М16 А2, М16 А3 має обмежувач для ведення вогню фіксованими чергами по 3 патрони, що підвищує точність ураження.

Зручна конструкція запобіжника дозволяє "зводити" М16 великим пальцем правої руки при утриманні за пістолетну рукоятку.

Хто хоч раз знімав АК з запобіжника на морозі голими руками (адже в рукавичках це зробити важко) той відразу відчує різницю. Не кажучи вже про зрадництві клацання запобіжника чутному у АК на 100 м. Уявіть, що Ви в засідці перед наближається противником намагаєтеся зняти АК з запобіжника.

Розроблено нові АК серії 100. Вони можуть "працювати" і Натовськими патронами 5,56 мм Збільшена безвідмовність стрільби, 15 тис. пострілів - повний знос ствола і повністю працездатний механізм. Конструктивно ніяких змін у механізм не додано.

Які підсумки цього змагання?

Перемогу в бою визначає не тип зброї, а навченість солдата, злагодженість дій у підрозділі.

Серйозні переваги М16 при стрільбі на дальність 300 м можуть бути зведені нанівець кліматом, часом доби, брудом на полі бою. І навпаки: невибагливість і надійність АК в бою не дають реальних переваг невмілого солдату.

Співвідношення "вартість" / "ефективність" у обох моделей приблизно однакові. Тому ці моделі і користуються такою популярністю (і це положення справ надовго збережеться).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%9A74
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/M16_(%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B0)

Гайдамак Олег Леонідович – доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu111@gmail.com, Україна, 21018, м. Вінниця, вул. Литвиненка 24, кв. 12.

Лисун Антон Вікторович – студент 1-го курсу кафедри ФМТ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: qumannt1499@gmail.com, Україна, 21018, Вінницький район, с. Мізяківські Хутори, вул. Яблунева 21

Gaydamaka Oleg Leonidovich - Associate Professor TPZ, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vntu111@gmail.com, Ukraine, 21018, m. Vinnytsya, vul. Litvinenko, 24, Apt. 12.

Stepan Lysun Anton Viktorovich - a student of the 1st year FMT Department, Vinnytsia National Technical University, e-mail: qumannt1499@gmail.com, Ukraine, 21018, Vinnitsa region, p. Mizyakivski Farms Str. apple 21

УДК 621. 822

М.І Побережний

ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАЖКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ресурс експлуатації важкої військової техніки, такої як авіаційна, ракетна і космічна техніка, можливо визначити шляхом тільки наземних випробуванням за допомогою вібраційних стендів.

Розглянуто вимоги до вібраційних стендів, які забезпечують їхню працездатність і довговічність.

Ключові слова: ресурс експлуатації, вібраційний стенд, гідроциліндр, гідростатична опора.

Abstract

Resource exploitation of heavy military equipment, such as aircraft, missile and space, may be determined by ground testing using of vibrating stands.

Examined requirements for vibration stands, providing their operability and durability.

Keywords: resource exploitation, vibrating stand, cylinder, hydrostatic support.

Технологія виготовлення відповідальних вузлів і агрегатів важкої військової техніки, такої як авіаційна, ракетна і космічна, передбачає обов'язкові наземні випробування як знову розроблених конструкцій, так і випробування контрольних зразків серійних виробів. Метою випробувань дослідних зразків є визначення слабких сторін конструкції і технології. При серійному виробництві проводяться обов'язкові випробування контрольного виробу з партії, з метою підтвердження якості технології виготовлення. Випробування виробів на натурні динамічні навантаження являє собою дуже складне технічне завдання. Вібраційні стенди є єдино можливим інструментом для навантаження виробів. На таких вібраційних стендах проводять циклічні випробування виробів, випробування при випадкових навантаженнях, дослідження на різні комбінації навантаження з великими швидкостями і прискореннями для визначення техніко-економічних показників, одним з яких є ресурс експлуатації виробу.

Різноманіття умов проведення наземних випробувань виробів військової техніки, розробниками такої техніки створюються численні стендові пристрої і пристосування для установки, закріплення об'єкта випробувань, передачі на нього динамічних впливів.

Труднощі, які пов'язані з проведенням випробувань виробів великої маси і габаритів, полягають в обмежених можливостях існуючого випробувального устаткування, у великому обсязі проведення випробувань і їх трудомісткості, в наявності динамічних взаємодій між елементами стендової системи, що включає об'єкт випробувань, джерело збудження і стендові пристрої.

Все це відбивається на рівні достовірності та інформативності результатів експериментальних досліджень. Так, збільшення продуктивності стендового обладнання за рахунок підвищення швидкості зміни прикладання до випробуваному об'єкту динамічних впливів призводить до зниження точності відтворення заданих програмою випробувань навантажень; підвищення точності навантаження за рахунок збільшення коефіцієнтів посилення в контурі управління вібратора призводить до порушення стабільності прикладаннях динамічних навантажень через виникнення автоколивань.

Навантажуючим пристроєм в вібраційному стенді є динамічний гідроциліндр. Від його конструкції, технічних характеристик багато в чому залежить, яким вийде випробувальний стенд, які навантаження, швидкості, частоти, переміщення і з якою точністю на ньому можна буде їх

відтворити. Тому підвищення якості динамічних випробувань не можливо без ретельного опрацювання конструкції і технології виготовлення динамічних гідроциліндрів.

Від якості підшипникових вузлів в значній мірі залежать працездатність і довговічність вібраційного стенду. У багатьох областях техніки використання опор рідинного тертя є практично безальтернативним, так як вони мають ряд переваг в порівнянні з підшипниками ковзання і кочення, зокрема високою швидкохідністю, довговічністю, високою демпфуючою здатністю [1-3].

В даний час відомі зарубіжні фірми, які виготовляють вібраційні стенди, такі як Team, TIRA, LDS, DONGLING і інші. На рисунку представлений вібраційний стенд фірми DONGLING для випробування великогабаритних і важких виробів на вплив горизонтальної (поперечної) вібрації, у якого стіл ковзання встановлено на гідростатичних опорах.

Рисунок - Вібраційний стенд фірми DONGLING

Таким чином, ресурс експлуатації відповідальних вузлів і агрегатів важкої військової техніки можна визначити тільки шляхом наземних випробувань за допомогою вібраційних стендів.

Вібраційні стенди для випробування великогабаритних і важких виробів відомих зарубіжних фірм забезпечують вплив горизонтальної вібрації тільки по одній координаті. Вібраційні стенди призначені для випробування виробів вагою до 200 кН.

Для випробування виробів вагою понад 200 кН необхідно проектування і виготовлення вібраційних стендів з відповідною вантажопідйомністю для випробувань виробів як по одній координаті, так і по двох координатах одночасно, що дозволить більш точно визначити ресурс виробу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баранов В.Н. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы / Баранов В.Н., Захаров Ю.Е. М.: Машиностроение, 1977. – 326 с.

2. Испытательная техника: Справочник; В 2-х кн. Кн.1. Испытательная техника: Справочник / Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1982. -– 528 с.

3. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. Т.4. Вибрационные процессы и машины. – Под ред. Э.Э Лавендаля./ Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М. : Машиностроение, 1981 –509 с.

Побережний Михайло Іванович – науковий співробітник кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poberegnym@ukr.net

Poberegny Mikhail. - research associate Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail:poberegnym@ukr.net

УДК 68.8

М.І Побережний
А.А. Прилуцький

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СТРІЛЬБИ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто чинники, що впливають на точність стрільби стрілецької зброї.
Ключові слова: стрелковое оружие, ствол, пуля, точность стрельбы.

Abstract
Factors affecting the accuracy of shooting weapon are considered.
Keywords: weapon, barrel, bullet, accuracy of shooting.

Точність стрільби стрілецької зброї залежить від причин, пов'язаних з влаштуванням самої зброї і її властивостей, конструкції кулі, від стрільця і зовнішньої обстановки [1-3]. Ці чинники є взаємно пов'язаними при впливі їх на точність стрільби. Наприклад, пристрій стрілецької зброї може саме по собі впливати на вміння стрілка володіти зброєю, різні балістичні властивості зброї призводять до різного ступеня впливу метеорологічних умов на точність стрільби і так далі.

Розглянемо властивості стрілецької зброї, які впливають на точність стрільби.

Величина віддачі впливає на збереження положення зброї при пострілі. Дія віддачі відбивається на величині кута вильоту кулі. Кут вильоту міг би бути врахований шкалою прицілу, однак при різних способах упору стрілецької зброї в плече, при застосуванні різних упорів при стрільбі кут вильоту кулі змінюється. Чим більше віддача, тим різкіше ці зміни. Надмірна величина віддачі, впливаючи на стомленість стрілка і на його психіку, побічно впливає на точність стрільби.

Конструкція, точність виготовлення і стан ствола відбивається на точності стрільби. Одним з головних чинників, пов'язаних з впливом ствола на точність стрільби, є явище вібрації ствола. Вертикальні поперечні коливання ствола, що виникають при пострілі, залежать від форми ствола, товщини його стінок, способу закріплення ствола, його довжини. Збільшення товщини стінки ствола знижує вібрацію стовбура, проте такий спосіб зменшення вібрації знаходиться в протиріччі з прагненням до зменшення ваги стрілецької зброї.

У конструкції ствола важливе значення має устрій нарізів: довжина ходу нарізів, яку визначають виходячи з умови стійкості кулі в польоті, і почасти профіль нарізів. Різко позначається на точності стрільби якість отримання нарізів: шорсткість і нерівність дна нарізів. На неточність стрільби також впливає не перпендикулярність площині зрізу і осі каналу ствола.

Вплив ложі, з'єднаної своєю цівкою зі стволом, зводиться до того, що при неправильній пригонки цівки ствол може отримати пружну деформацію згину. Пружна деформація ствола призведе до неточності стрільби. Розташування центру ваги стрілецької зброї щодо осі ствола також впливає на точність стрільби.

На точність стрільби впливають балістичні властивості зброї. Тут представляє інтерес два фактора: якими мають бути балістичні дані, щоб певні відносні відхилення цих даних від їх середніх величин мінімально відбивалися на розсіюванні, і які заходи слід вжити при проектуванні стрілецької зброї, щоб зменшити величину цих відхилень.

Перший фактор зводиться до знаходження такої комбінації калібру, ваги кулі і початкової швидкості, при якій неминучі коливання ваги кулі і початкової швидкості приводили б до найменшого розсіювання, а вплив помилок до визначення дальності позначалося б найменш чутливо на ураження цілі.

Другий фактор залежить від правильного підбору відповідного сорту пороху. Якість і вага пороху в патроні при пострілі повинні забезпечити повне згоряння заряду, що є важливим при проектуванні стрілецької зброї. При цьому слід врахувати, що отримана балістичними теоретичними підрахунками довжина шляху кулі в каналі, що відповідає повному згорянню заряду, може відрізнятися від своєї дійсної величини, так як теоретичні формули виходять з ряду припущень. Неповне згоряння заряду веде до різких відхилень в початковій швидкості.

Конструкція кулі істотно впливає на точність стрільби. Для забезпечення правильності польоту кулі протягом всієї траєкторії швидкість обертального руху залежить від положення центра ваги кулі, розподілу маси і її довжини. Для куль, що мають відносну довжину, що перевищує п'ять калібрів, забезпечення правильності польоту на великі дальності вимагало б більшої крутизни нарізів. Тому згадану довжину вважають граничної для кулі.

На точність стрільби впливає точність виготовлення кулі. Вплив допусків в зовнішньому діаметрі кулі аналогічно впливу допусків в каналі ствола. Найкращі результати по точності виходять, коли найбільший діаметр кулі дорівнює діаметру каналу по нарізу. Для точності стрільби має значення міцність оболонки кулі, що забезпечує від зриву кулі з нарізів, однорідність куль щодо опору їх тиску газів в каналі ствола.

Точність стрільби залежить від стрільця і зовнішньої обстановки. Вони складають причини зовнішнього характеру, що впливають на розсіювання. Причинами розсіювання, що залежать від стрілка, є помилки прицілювання і поштовх при спуску курка. Зовнішня обстановка або атмосферні умови впливають на точність стрільби. Атмосферні умови залежать від щільності повітря, напрямку вітру, пориви вітру та опадів.

Розглянувши причини, що впливають на точність стрільби стрілецької зброї, можна зробити висновки – для підвищення точності стрільби необхідно вдосконалення конструкції, поліпшення балістичних якостей і підвищення точності виготовлення стрілецької зброї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабак Ф.К. Основы стрелкового оружия / Ф.К. Бабак. – СПб. : ООО «Издательство «ПОЛИГОН», 2003. – 253 с.
2. Благонравов А.А. Основания проектирования автоматического оружия / А.А. Благонравов. – М. : Оборонгиз,1940. – 488 с.
3. Вилинов Л.И. Основания устройства и эксплуатация стрелкового оружия и гранатометов / Л.И. Вилинов. – М. : Воениздат, 1978. – 190 с.
4. Вогнева підготовка: навч. посіб. / М.М. Ляпа, В.М. Петренко, О.І. Судніков, та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 283 с.

Побережний Михайло Іванович – науковий співробітник кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poberegnym@ukr.net.

Прилуцький Андрій Анатолійович – студент групи 1СЗ-16б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrewprylutskyi@gmail.com.

Poberegny Mikhail. – research associate Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya e-mail: poberegnym@ukr.net.

Prylutskyi Andrei – Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrewprylutskyi@gmail.com.

УДК 623.4

М.І Побережний
Р.О.Мартишев

АНАЛІЗ СКОРОСТРІЛЬНОСТІ АВТОМАТИЧНОЇ І САМОЗАРЯДНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянута автоматична і самозарядна стрілецька зброя. Проведено аналіз їх скорострільності.
Ключові слова: стрілецька зброя, автоматична зброя, самозарядна зброя, скорострільність.

Abstract
Considered automatic and self-loading firearms. The analysis of their rate of fire.
Keywords: firearms, automatic weapons, self-loading weapons, rate of fire.

Сучасна стрілецька зброя являє собою складну систему зразків, різних за ступенем автоматизації і принципам устрою. Залежно від ступеня автоматизації операцій перезаряжания зброя ділиться на неавтоматичну, автоматичну і напівавтоматичну [1-2]. Автоматична зброя є найбільш масовим видом зброї сучасних армій.

Основною особливістю автоматичної зброї є використання енергії газів, що утворюються після згорання порохового заряду, для приведення в дію механізмів, що виконують функцію перезаряжания ствола. При цьому процес перезаряжания відбувається у багато разів швидше, ніж при перезарядженні вручну, а час перезаряжания фактично поєднується з часом, необхідним для дії механізмів, пов'язаних зі здійсненням пострілу.

Існує два види автоматичної зброї:

- зброя, в який дії основних механізмів автоматизовано і дія механізмів, пов'язаних зі здійсненням кожної наступної пострілу. Стрілець впливає на спусковий механізм лише для здійснення першого пострілу в серії безперервно наступних один за одним пострілів і для припинення стрільби. Такий вид зброї називається **автоматичним** або **самострільним**, а вид вогню - безперервним автоматичним вогнем;
- зброя, в який автоматично відбувається лише процес перезаряжания ствола. Кожен постріл відбувається при безпосередньому впливі стрілка на спусковий механізм. Цей вид зброї прийнято називати **самозарядним**.

Одною з основних характеристик зброї є скорострільність [3]. Під скорострільністю зброї мають на увазі число пострілів, яке зброя здатна зробити в одиницю часу. Проміжок часу, що протікає між двома послідовними пострілами, складається з часу, необхідного для перезарядки зброї, часу, необхідного для націлювання зброї, і часу, необхідного для функціонування всіх механізмів, пов'язаних зі здійсненням самого пострілу. Цей проміжок часу пов'язаний з конструкцією самої зброї, зі зручністю поводження зі зброєю і з пристроєм прицільних пристосувань. Перезарядження зброї представляє процес тим тривалим, ніж більш громіздкий патрон зброї. Тому скорострільність зменшується зі збільшенням калібру.

Характеристикою скорострільності зброї служить практична скорострільність, під якої розуміють число пострілів, зроблених за хвилину, з урахуванням витрат часу на прицілювання і перезарядження зброї.

Автоматична стрілецька зброя призначена для ураження противника в ближньому бою на дальностях до 200 ... 300 м [2, 4]. Основним видом вогню при стрільбі є автоматичний вогонь короткими чергами (3 ... 5 пострілів). Поряд з автоматичним вогнем чергами в цій зброї передбачено

ведення і одиночного вогню. Велика скорострільність автоматичної зброї забезпечується великою ємкістю магазину та запасних споряджених магазинів.

Самозарядна стрілецька зброя призначеня для ведення одиночного вогню, для ураження живих цілей противника на дальностях до 400 м [2, 4]. Зброя забезпечує бойову скорострільність 25...30 пострілів за хвилину при меншій стомлюваності стрілка і кращих умовах спостереження за боєм.

На рис. 1 представлено автоматична стрілецька зброя - автомат Калашникова АК-74, а на рiс. 2 самозарядна стрілецька зброя – снайперська гвинтівка Драгунова СВД.

Рисунок 1 – Автомат Калашникова АК-74

Рисунок 2 – Снайперская винтовка Драгунова СВД

Основні технічні характеристики автомата Калашникова АК-74 і снайперської гвинтівки Драгунова СВД представлені в таблиці.

Технічні характеристики

Характеристики	АК-74	СВД
Калібр, мм	5,45	7,62
Довжина ствола, мм	415	620
Початкова швидкість кулі, м/с	900	830
Прицільна дальність без прицілу, м	100	1200
Ефективна дальність, м	400	800
Темп стрільби, постр./мин	600	30
Практична скорострільність, постр./мин	40…100	30

Аналіз автоматичної та самозарядної зброї показав, що ефективне застосування зброї з відповідною скорострільністю залежить від тактики стримування противника і його знищення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабак Ф.К. Основы стрелкового оружия / Ф.К. Бабак. – СПб. : ООО «Издательство «ПОЛИГОН», 2003. – 253 с.

3. Вилинов Л.И. Основания устройства и эксплуатация стрелкового оружия и гранатометов / Л.И. Вилинов. – М. : Воениздат, 1978. – 190 с.

3. Благонравов А.А. Основания проектирования автоматического оружия / А.А. Благонравов. – М. : Оборонгиз,1940. – 488 с.

4. Михайлов Л. Е. Конструкции стрелкового автоматического оружия. / Л. Е Михайлов. – М. : ЦНИИ информации, 1983. – 180 с.

Побережний Михайло Іванович – науковий співробітник кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poberegnym@ukr.net.

Мартишев Роман Олеговисч – студент групи 1СЗ-16б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: roma_martyshev@mail.ua.

Poberegny Mikhail – research associate Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya e-mail:poberegnym@ukr.net

Martyshev Roman – Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: roma_martyshev@mail.ua.

УДК 623.4

Ю.В. Новицька

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК ПІСТОЛЕТУ МАКАРОВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто історії створення пістолету Макарова. Проведено порівняльний аналіз тактико-технічних характеристик пістолету Макарова. Визначено напрями розвитку сучасних автоматичних пістолетів.

Ключові слова: пістолет, «Глок», «Кольт», «Браунінг».

Abstract

We consider the history of the Makarov pistol. A comparative analysis of tactical and technical characteristics of the Makarov pistol. The directions of modern automatic pistols.

Keywords: pistols, ―Glock", ―Colt", ―Browning".

Пістолет є особистою зброєю нападу і захисту, призначений для ураження супротивника на невеликій відстані.

Збереглись відомості, що вже з давніх-давен існувала могутня зброя, що вивергала вогонь і дим, діюча на досить великій відстані. Звісно, його конструкція була засекречена і все пов’язане з ним – обросло безліччю міфів. Чи було воно вогнестрільним, чи використовувалася в ньому енергія, що вивільнялась при згоранні якоїсь металічної речовини, що схожа за властивостями на порох? У деяких випадках, судячи з манускриптів, це дійсно було так. У всякому випадку, встановлено, що придумали порох в древньому Китаї, де його застосовували в військовій справі і для святкових феєрверків. Потім він перекочував в Індію. Є свідчення, що запальні і, можливо, вибухові речовини знали також у Візантійській імперії. Але справжня історія вогнестрільної зброї все ж почалась в Європі у 8-14 століттях.

У останній рік Першої світової війни німці створили пістолет Bergmann MP 18, малу ручну зброю, яка була схожа на гвинтівку (якщо приєднати дерев'яний приклад). Не дивлячись на те, що він був схожий на гвинтівку, він використовував 9 мм пістолетний набій. Такою стала реалізація ідею автоматичної зброї під пістолетний набій.

Німецькі фахівці по конструюванню стрілецької зброї багато експериментували переробляючи різні типи пістолетів на автоматичні (з німецької, буквально "пістолет стрільби чергами"). Пістолет Luger P08 з довгим стволом було створено для артилерійських розрахунків. Довгий ствол було зроблено через те, що артилерійським розрахункам була потрібна зброя легша за гвинтівку, але як б мала точність на рівні гвинтівки. Він був створений під новий набій 9 мм Parabellum, який було створено для зменшення віддачі без шкоди пробивній дії і вбивчій силі. Хоча куля і не мала бронебійних властивостей.

На відміну від Люгера, пістолет Mauser C96 був перероблений для ведення автоматичного вогню. Спочатку виробництва у 1896 він був самозарядним пістолетом для комерційного використання, але у 1920-х роках іспанські зброярі запропонували його копії з "перемикачем вогню" і від'ємним магазином, а на початку 1930-х інженери Маузера представили моделі 711 та 712, які мали перемикач вогню, який дозволяв вести автоматичний вогонь зі швидкістю 1000 пострілів за хвилину. Через легку вагу ствола з пістолета можна було вести автоматичний вогонь лише короткими чергами.

У 1951 році на озброєння радянської армії було прийнято автоматичний пістолет з перемикачем вогню АПС (автоматичний пістолет Стєчкіна).

На початку 1920-х років радянське керівництво прийняло рішення про запровадження у червоній армії єдиного штатного пістолета. Щоб не залежати від поставок з-за кордону, вимагалось створити власне виробництво. Військове керівництво взяло курс на створення нового самозарядного пістолета, оголосивши конкурс поміж вітчизняних конструкторів.

В. Ф. Грушевского провела випробування пістолетів систем Ф. В. Токарєва, С. А. Коровіна, С. А. Прилуцького а також найкращих іноземних зразків таких систем як Вальтера, Браунінга та «Парабеллум». Результати комісії: пістолет ТТ був «найкращим для прийняття на озброєння за умовою, що будуть виправлені з'ясовані недоліки». Вимоги комісії були доволі серйозні —

підвищити влучність, безпеку, тощо. На виправлення подібних недоліків іноді треба роки, Токарєв впорався за кілька місяців.

Досвід другої світової війни засвідчив практично повну непридатність пістолета ТТ у бойовому застосуванні. Незважаючи на великий калібр кулі та велику дальність стрільби, технічна та експлуатаційна надійність пістолета у польових умовах була вельми низькою. Крім того ТТ мав масу технічних недоліків (випадіння магазину, ламкість корпусу, тощо), які ще більш ускладнювали його експлуатацію. Тож ТТ не користувався популярністю серед солдат фронтових частин Червоної армії. При всякій нагоді солдати намагалися здобути та використовувати трофейні німецькі пістолети, а надто знаменитий "Парабеллум".

Тож у 1945 році у СРСР було оголошено новий конкурс на розробку нового пістолета для оперативно-бойового застосування, покликаного замінити ТТ.

У конкурсі прийняли участь як відомі радянські конструктори зброї - Ф.В. Токарєв, П.В. Воєводін, С.А. Коровін, И.И. Раков, С.Г. Сімонов, так і молоді та маловідомі - Є.В. Сєврюгін, А.А. Клімов, А.І. Лобанов та Н.Ф. Макаров.

Технічні вимоги до пістолета були досить жорсткими. Пістолет мав бути компактним, зручним для застосування у ближньому бою, надійним у польових умовах та технологічним у масовому виробництві.

Після серії жорстких випробувань на надійність кращим було визнано зразок Макарова, розроблений під набій 9х18. Випуск пістолета розпочався у 1949 році. У 1951 році пістолет був прийнятий на озброєння під назвою "Пістолет Макарова ПМ".

ПМ має всі переваги компактного пістолета. Компактність дозволяє приховано носити пістолет як у бойовому спорядженні, так і у цивільній одежі. Крім того пістолет зручно використовувати у обмеженому просторі. Ще однією беззаперечною перевагою ПМ є його технічна простота та експлуатаційна надійність. Пістолет простий у розбиранні та складанні, його частини та механізми продовжують працювати навіть при сильному забрудненні та у несприятливому зовнішньому середовищі.

Разом з тим відносно через малопотужний набій та короткий ствол купчастість стрільби є не дуже високою. Проте якщо врахувати що пістолет початково розроблявся як зброя ближнього бою, цей недолік можна вважати терпимим. Зупиняюча дія кулі є відносно високою, хоча на даний момент вважається недостатньою.

Рейтинг пістолетів на звання найкращих у світі.

Пістолети серії «Glock».

Абсолютний рекордсмен останніх десятиліть, за кількістю модифікацій та інших пістолетів, створених за зразком «Глока», йому мало хто складе конкуренцію із сучасних пістолетів. Основні відмінності: відмінна надійність; полімерна рамка; збільшений боєзапас; без зовнішнього запобіжника; безліч модифікацій під широке коло боєприпасів.

Пістолети «Colt», зокрема «Colt M1911A1».

«Найстаріший» з наявних на озброєнні пістолетів, створений конструктором Д. Браунінгом. Зіграв головну роль у розвитку пістолетів. На сьогодні є наймасовішим пістолетом у світі, має найширше коло різних клонів. Основні особливості: автоматика з коротким ходом ствола; замикання нагорі ствола 2-а бойовими виступами; використання сталевої сережки для розчеплення затвора та ствола; запобіжник неавтоматичної дії на рамці; запобіжник автоматичної дії – клавіша з заднього боку рукоятки; магазин однорядного виконання у рукоятці; фіксатор для магазину, виконаний як кнопка.

«Browning «Hi-Power».

Пістолет створили вже після смерті геніального конструктора, але за його кресленнями. Пістолет вийшов настільки вдалим, що свого часу різні модифікації даного пістолета складали основу військової особистої зброї у багатьох державах світу.

Усі переваги світових лідерів виробництва вогнепальної зброї лягли в основу виробництва серії пістолетів FORT.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Невідомий Макаров.//Зброя, № 10, 2004, спеціальний випуск.

Новицька Юлія Вікторівна – студентка групи 1АТ-14б факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Науковий керівник:

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри АТМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Novitskaya Julia – student group 1AT-14b faculty of engineering and transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vntu@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

Supervisor:

Polyakov Andrey – professor, professor of ATM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

УДК 622.273

В.І. Кривцун
А.М. Баранов

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ МАШИН В ХОДІ БОЙОВИХ ДІЙ

Національна академія Сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного

Анотація

На даний розрахунки і обґрунтування запасних частин для забезпечення ремонту машин проводяться у відповідності з встановленим порядком формування, накопичення і постачання запасних частин, що випливає із вимог системи інженерно-технічного забезпечення інженерних військ.

Для вирішення задач ефективного відновлення МІО під час експлуатації та продовження їх експлуатації потрібно внести зміни до методу формування номенклатури, кількості та ешелонування запасних частин для технічного обслуговування і ремонту машин інженерного озброєння, якій враховував їх термін експлуатації та кількість проведених капітальних ремонтів.

Ключові слова: ешелонування запасних частин, номенклатура, методу формування номенклатури запасних частин.

Abstract

We calculations and justification of spare parts for repair of vehicles conducted in accordance with established procedures of formation, storage and supply of spare parts, arising from claims systems engineering and technical support engineers.

To solve the problems of effective recovery of the M & E during the operation and continuing their operation need to amend the method of forming the range, number and separation of parts for maintenance and repair of machinery Engineering armament, which take into account their lifetime and the number was repaired.

Keywords: Separation of spare parts nomenclature, the method of forming the range of spare parts.

Розрахунки і обґрунтування запасних частин для забезпечення ремонту машин проводяться у відповідності з встановленим порядком формування, накопичення і постачання запасних частин, що випливає із вимог системи інженерно-технічного забезпечення інженерних військ.

Існуючий порядок визначає запаси, які створюються та призначені для ремонту машин у початковий період війни і поділяються на:

військові запаси - в частинах, з'єднаннях і ремонтних підрозділах інженерних військ для забезпечення поточного й середнього ремонту;

оперативні запаси - на інженерних складах для забезпечення поточного й середнього ремонту машин і капітального ремонту агрегатів;

запаси Центру - на центральних інженерних складах (базах) для забезпечення поточного, середнього й капітального ремонту машин.

Вимоги, які обумовлені системою інженерно-технічного забезпечення, визначили доцільність в інженерних військах чотирьох видів комплектів запасних частин - двох групових і двох ремонтних.

Групові комплекти призначені для забезпечення поточних ремонтів:

ГК-1 ІТ - тривалістю до 10 годин і трудомісткістю до 40 чол./год.;

ГК-2 ІТ - тривалістю до 20 годин і трудомісткістю до 80 чол./год.

Ремонтні комплекти РК-3 ІТ призначені для забезпечення середніх ремонтів тривалістю до 70 годин і трудомісткістю до 200 чол./год., РК-4 ІТ - для забезпечення капітальних ремонтів агрегатів машин на спеціальній базі та агрегатів, що замовляються і поставляються Міністерством оборони.

При розрахунках складу групових і ремонтних комплектів використовується така ж залежність, що і при розрахунках запасних частин для заміни частин, що виходять з ладу від природного зношування з тою різницею, що і у формулу

$$P(\mathrm{T}) = \prod_{i=1}^{R} \sum_{k=0}^{m} \frac{(n_i \lambda_i \mathrm{T})^k}{k!} e^{-n_i \lambda_i \mathrm{T}}$$

потрібно підставляти сумарні інтенсивність відмов (відповідно від природного зношування і звичайної зброї).

У якості вихідної інформації для розрахунків інтенсивності відмов від природного зношування були прийняті результати статистичної обробки даних військової експлуатації МІО, автомобільної й бронетанкової техніки, а саме: номенклатура і кількість відмов, напрацювання (ресурс) складових частин між їхніми замінами.

Вихідними даними для розрахунків інтенсивності відмов при впливі звичайних засобів поразки є значення імовірності (відносної частоти) ушкоджень агрегатів, отримані за результатами експериментального обстрілу машин, і статистичний розподіл техніки, що виходить з ладу у наступальній операції, за видами ремонту. При цьому враховується, що військовими ремонтними органами проводиться тільки поточний і середній ремонт.

Вихідними даними для розрахунків інтенсивності відмов при впливі ядерної зброї є перелік можливих ушкоджень МІО, результати дослідницьких навчань і наступного ремонту техніки, статистичний розподіл техніки, що виходить з ладу у наступальній операції за видами ремонту.

Згідно з існуючою класифікацією ступенів ушкодження приймалась, що одні складові частини можуть виходити з ладу при слабкому й середньому ступені ушкодження, інші - тільки при середньому ступені ушкодження, залежно від їхньої конструкції,, способу кріплення, міцності. Сильні ушкодження, що приводять до капітального ремонту машин, не розглядалися.

Інтенсивність будь-яких відмов складової частини (агрегату) можна визначати за формулою

$$\lambda_{\text{е.и}} = \frac{n_{\text{п.з.}}}{\sum_{i=0}^{n} t_i}, \qquad (1)$$

де $n_{\text{п.з.}}$ - кількість відмов від природного зношування; t_i - наробіток складової частини до *i*-ї відмови.

Інтенсивності відмов складових частин при впливі звичайних засобів поразки визначається за формулою:

$$\lambda_{\text{з.з.}} = \text{P}_{\text{ПР з.з.}} \frac{m_{\text{ПР з.з.}}}{t} + \text{P}_{\text{СР з.з.}} \frac{m_{\text{СР з.з}}}{t}, \qquad (2)$$

де $\text{P}_{\text{ПР з.з.}}$ і $\text{P}_{\text{СР з.з.}}$ - відносні частоти ушкоджень складових частин при виході машин відповідно в поточний і середній ремонт; $m_{\text{ПР з.з.}}$ і $m_{\text{СР з.з}}$ - кількість відповідно поточних і середніх ремонтів машин за період t.

Вихідна інформація для розрахунків визначається для всіх основних складових частин машин інженерного озброєння, що забезпечують їх працездатність.

Кількість деталей, вузлів і агрегатів одного найменування, маса, вартість визначається з технічної документації на машину; розрахунковий час проведення робіт - 10 діб і 10 годин роботи машини на добу.

Розрахунки складу кожного виду комплекту проводиться для 10-13 варіантів з обмеженнями щодо маси комплекту: для ГК-1 ІТ розраховуються варіанти в інтервалі 100-1500 кг; ГК-2 ІТ - 1000-6000 кг; РК-З ІТ - 3000-12000 кг; РК-4 ІТ - 20-1500 кг.

Співвідношення маси комплекту та імовірності забезпечення ремонту МІО дані на прикладі трьох машин (табл. 1).

Перевага надається варіанту, для якого імовірність забезпечення ремонту досягала 0,85 для ГК-1 ІТ, ГК-2 ІТ і РК-З ІТ і 0,95 для РК-4 ІТ.

Тривалість розрахунків усіх комплектів для машини однієї марки залежить від кількості найменувань деталей, вузлів і агрегатів, що входять у комплект, і кількості варіантів, що розраховуються.

Характеристики групових і ремонтних комплектів наведені в табл. 2.

Розрахунки підтвердили можливість визначення за пропонованою методикою складу групових і ремонтних комплектів з заданою імовірністю забезпечення ремонту машин.

Разом з тим розрахунки групових і ремонтних комплектів показали, що при збільшенні імовірності забезпечення ремонту на 0,1 маса комплектів у середньому збільшується для ГК-1 ІТ і

ГК-2 ІТ в 1,6 раза, для РК-3 ІТ - в 1,7 раза, вартість комплектів відповідно збільшується для ГК-1 ІТ і ГК-2 ІТ в 1,5 раза, для РК-3 ІТ - в 1,7 раза.

Таблиця 1 - Значення маси комплекту при різних ймовірностях забезпечення ремонту комплектами

Марка машини	Вид комплекту	Імовірність			
		0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9
		маса, кг	маса, кг	маса, кг	маса, кг
ПТС-М	ГК-1ІТ	477	981	1261	1461
	ГК-2ІТ	1458	1986	2492	3153
	РК-3ІТ	1998	2491	3388	7329
ІМР	ГК-1ІТ	145	193	295	504
	ГК-2ІТ	465	969	1470	2530
	РК-3ІТ	599	1367	1894	3859
МДК-3	ГК-1ІТ	198	310	451	960
	ГК-2ІТ	492	973	1938	3080
	РК-3ІТ	990	1417	1994	3430

Таблиця 2 - Характеристики групових і ремонтних комплектів

Марка машини	Вид комплекту	Кількість агрегатів машин, на яку розрахований комплект	Маса, кг	Кількість найменувань запасних частин в комплекті	Імовірність забезпечення ремонту комплектом
БАТ-2*	ГК-1ІТ	2	691	134	0,920
	ГК-2ІТ	4	4498	250	0,871
	РК-3ІТ	10	5992	257	0,880
	РК-4ІТ	10 редукторів приводу насосів	73	24	0,990
МДК-3*		2	960	163	0,885
		4	3080	188	0,905
	ГК-1ІТ	10	3430	301	0,890
	ГК-2ІТ	10 агрегатів кожного найменування:			
	РК-3ІТ	редуктор робочого обладнання	1446	111	0,953
	РК-4ІТ	гідроциліндр	45	7	0,949
		редуктор	42	13	0,999
		коробка передач	442	11	0,953
ПТС-М		2	1461	204	0,868
		4	3153	299	0,850
	ГК-1ІТ	10	7329	306	0,900
	ГК-2ІТ	10 агрегатів кожного найменування:			
	РК-3ІТ	розподільча коробка	74	33	0,947
	РК-4ІТ	головний фрикціон	60	27	0,942
		водовідкачуючий насос	63	15	0,942
ІМР		2	504	246	0,847
	ГК-1ІТ	4	2530	256	0,890
	ГК-2ІТ	10	3859		
	РК-3ІТ	10 агрегатів кожного найменування:			
	РК-4ІТ	редуктор насоса	98	18	0,970
		гідроциліндр перекоса	76	5	0,961
ГМЗ-3	ГК-1ІТ	2	217	111	0,842
	ГК-2ІТ	4	812	181	0,895
	РК-3ІТ	10	1558	186	0,884
КС-3572*	ГК-1ІТ	2	140	101	0,952
	ГК-2ІТ	4	427	169	0,923
	РК-3ІТ	10	990	172	0,915
	РК-4ІТ	10 барабанів лебідки	45	10	0,998
ЕСБ-50-ВС	ГК-1ІТ	2	300	73	0,923
	ГК-2ІТ	4	530	92	0,947
	РК-4ІТ	10 генераторів і блоків приладів	940	118	0,960
ЕСБ-8І	ГК-1ІТ	2	96	37	0,997
	ГК-2ІТ	4	146	43	0,979
	РК-4ІТ	10	812	242	0,960

Значень маси комплектів, при яких імовірність забезпечення ремонту рівна 0.85-0,95, у середньому становлять: для ГК-1 ІТ - 550 кг, ГК-2 ІТ - 2000 кг, РК-3 ІТ - 3900 кг, РК-4 ІТ - 245 кг.

При цьому забезпеченість будь-якою деталі, що входить у комплекти, задовольняється в середньому з імовірністю 0,997.

Якщо врахувати, що в період бойових дій до 30% запасних частин будуть задовольнятися за рахунок безповоротних втрат, то при розрахунках обмеження за імовірністю забезпечення ремонту комплектом повинні становити 0,7-0,8. У цьому випадку маса і вартість комплекту зменшиться в середньому в 1,5 раза.

Орієнтовне визначення мас групових і ремонтних комплектів запасних частин за імовірності забезпечення ремонту 0,9-0,95 дозволяють розподілити комплекти за їхніми сумарними масами у такий спосіб:

- у підрозділах і частинах - 30 т;
- у підрозділах і частинах армії (крім ремонтної роти відновлення інженерної техніки) - 550 т;
- у ремонтній роті відновлення інженерної техніки - 50 т;
- на армійському інженерному складі - 260 т;
- в окремому ремонтному батальйоні відновлення інженерної техніки - 120 т;
- в окремому ремонтному батальйоні відновлення агрегатів інженерної техніки - 12 т.

Таким чином, аналіз існуючої методики розрахунку і обґрунтування запасних частин для забезпечення відновлення машин в ході бойових дій показує: серйозні ушкодження, що приводять до ремонту машин, не розглядалися. Типова залежність інтенсивності відмов від часу експлуатації для більшості МІО поділяється на три періоди:

- період приробітку;
- період нормальної експлуатації;
- період прояви зношування.

З початку періоду роботи - період приробітку - інтенсивність відмов збільшується. У цей період проявляються різні дефекти виробництва. Потім кількість відмов зменшується, наближаючись до стабільних показників відповідного періоду нормальної експлуатації. Причиною відмов у цей період є випадкові відмови, скриті дефекти виробництва. Потім наступає період прояви зношування, коли інтенсивність відмов різко збільшується, тоді експлуатація виробів повинна бути зупинена.

Більшість МІО знаходяться в експлуатації понад 25 років та перебувають у періоді прояву зношування, відбувається втомленість металу складових частин при циклічних навантаженнях, тобто інтенсивність відмов збільшується.

Отже, для вирішення задачі ефективного відновлення МІО під час експлуатації силами екіпажів та ремонтних підрозділів військових частин та продовження її експлуатації потрібно внести зміни до методу формування номенклатури, кількості та ешелонування запасних частин для технічного обслуговування і ремонту машин інженерного озброєння, якій враховував їх термін експлуатації та кількість проведених середніх та капітальних ремонтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Поляков А.П. Методика визначення аналітичної залежності параметра потоку відмов на зразках БТОТ від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації / А. П. Поляков, О. Г. Чепак, С. В. Карабін // Труди академії 2004. – № 49. – С. 288 – 292.

2. Поляков А.П. Методика планування технічного обслуговування / А.П. Поляков, О.Г. Чепак // Труди академії 2004. – № 53. – С. 252 – 259.

Кривцун Володимир Іванович – к.т.н, СНС, завідувач кафедри, Національна академія Сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, e-mail: mail@asv.gov.ua, Україна, 79012, м. Львів, вул. Героїв Майдану, 32.

Баранов Андрій Миколайович – викладач кафедри, Національна академія Сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, e-mail: mail@asv.gov.ua, Україна, 79012, м. Львів, вул. Героїв Майдану, 32.

Kryvtsun Vladimir - Ph.D., SNS, Chair, National Academy of Land Forces to them. Hetman Sahaidachny, e-mail: mail@asv.gov.ua, Ukraine, 79012, m. Lviv, vul. Heroes Square, 32.

Andrei Baranov - Lecturer, National Academy of Land Forces to them. Hetman Sahaidachny, e-mail: mail@asv.gov.ua, Ukraine, 79012, m. Lviv, vul. Heroes Square, 32.

УДК 622.273

А.П. Поляков[1]
В.Й. Нагачевский[2]

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

[1]Вінницький національний технічний університет
[2]Національна академія Сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного

Анотація

Ефективність функціонування системи технічного обслуговування зразків озброєння та військової техніки залежить від комплексного вирішення основних, допоміжних і забезпечуючих завдань. За ступенем важливості, трудомісткості і складності виконання робіт в основі функціонування системи обслуговування покладена ефективна робота підрозділів технічного забезпечення і екіпажів машин.

Упровадження раціонального обсягу профілактичних робіт на ОВТ дозволить підвищити ефективність системи технічного обслуговування, що є об'єктивною необхідністю адекватного реагування на зміни, які відбуваються у системі технічного забезпечення військ і Збройних Сил України в цілому.

Ключові слова: система технічного обслуговування, профілактичні роботи, ефективність системи.

Abstract

The effectiveness of the system of maintenance of armament and military equipment depends on a comprehensive solution basic, and providing ancillary tasks. By order of importance, complexity and difficulty of work at the heart of the system service entrusted effective operation of logistics units and crews machines.

The introduction of efficient maintenance in the amount of weapons and equipment will improve the efficiency of maintenance, which is the objective need to respond appropriately to the changes taking place in the system of technical security forces and the Armed Forces of Ukraine in general.

Keywords: system maintenance, preventive maintenance, system efficiency.

Ефективність функціонування системи технічного обслуговування зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) залежить від комплексного вирішення основних, допоміжних і забезпечуючих завдань. За ступенем важливості, трудомісткості і складності виконання робіт в основі функціонування системи обслуговування покладена ефективна робота підрозділів технічного забезпечення і екіпажів машин.

Сукупність взаємозв'язаних засобів, технологічного оснащення, виконавців і технологічної документації, які використовуються при проведенні технічного обслуговування, можна визначити як систему технічного обслуговування озброєння та військової техніки. Структура системи технічного обслуговування зразків озброєння та військової техніки, прийнятої в Збройних Силах України, наведена на рис. 1.

Зростаючі вимоги щодо підтримки готовності зразків ОВТ до використання за призначенням, проведення модернізації, та створення нових зразків, вимагають підвищення рівня їх технічного обслуговування.

Удосконалення системи технічного обслуговування зразків ОВТ згідно з вимогами сучасності можливо здійснити по трьох напрямках:

створення раціональної організаційно-штатної структури підрозділів, що здійснюють технічне обслуговування і ремонт;

розробка перспективних засобів для проведення технічного обслуговування;

удосконалення обсягу операцій технічного обслуговування зразків озброєння та військової техніки.

Метою функціонування системи технічного обслуговування є попередження виходу з ладу зразків ОВТ, усунення несправностей вузлів і агрегатів під час експлуатації та підтримання зразків у боєздатному стані.

Основні заходи з технічного обслуговування наведені на рис. 2.

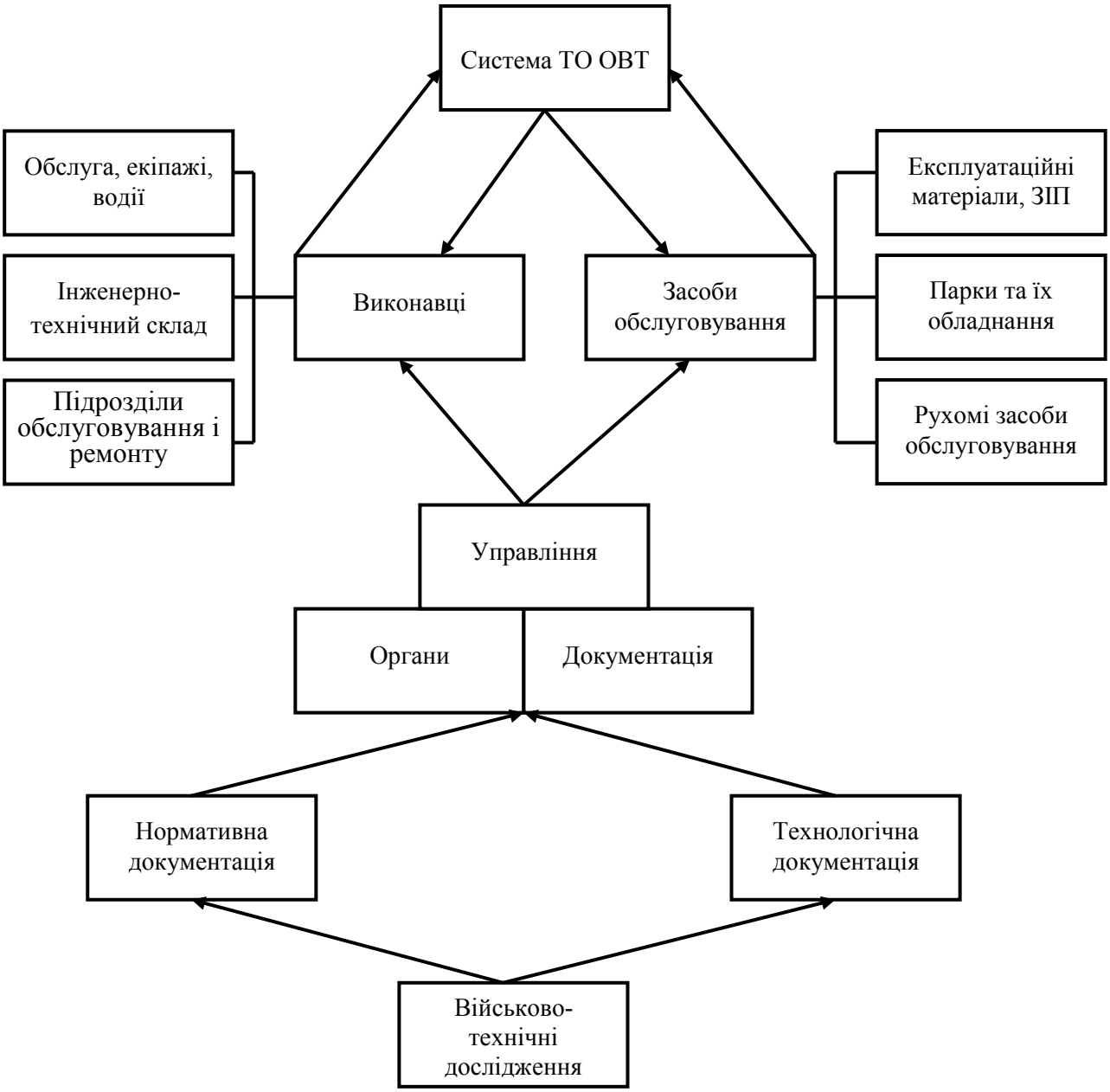


Рисунок 1 - Структура системи технічного обслуговування ОВТ

Аналіз шляхів удосконалення системи технічного обслуговування показав, що підвищення ефективності функціонування системи доцільно здійснювати за рахунок технологічного впливу на процес технічного обслуговування.

Основними напрямками удосконалення цієї підсистеми системи технічного обслуговування є:

- удосконалення засобів технічного обслуговування;
- підвищення продуктивності профілактичних робіт;
- упровадження раціонального обсягу профілактичних робіт;
- поліпшення умов праці при виконанні робіт технічного обслуговування;
- зменшення собівартості технічного обслуговування.

Удосконалення обсягу профілактичних робіт на зразках озброєння та військової техніки доцільно спрямувати на поліпшення технічного стану техніки, на якій проведено технічне обслуговування.

Вказані напрямки деякою мірою взаємозалежні й іноді вимагають компромісних рішень. Ці рішення досягаються виконанням таких організаційних і технічних заходів:

- удосконалення обладнання робочих місць;

Рисунок 2 - Основні заходи технічного обслуговування зразків ОВТ

- своєчасна підготовка і перепідготовка кадрів;
- типізація й уніфікація профілактичних процесів, обладнання, оснастки та інструменту;
- впровадження сучасного, високоефективного обладнання для проведення робіт з технічного обслуговування;
- застосування нових методів і засобів дефектації, діагностування і контролю;
- кардинальний перегляд нормативної і технологічної документації;
- застосування нових методів випробувань зразків озброєння та військової техніки, які пройшли обслуговування.

Формування нових якостей і високої економічної ефективності технологічного процесу технічного обслуговування зразків озброєння та військової техніки значною мірою визначається пошуком і розширенням сфери застосування нових методів технологічного впливу на процес технічного обслуговування.

Потрібний зважений підхід при вирішенні питання про доцільність застосування нових технологій, виходячи із специфіки технічного обслуговування зразків ОВТ в умовах ведення бойових дій, де важливе значення має мобільність підрозділів технічного забезпечення, час розгортання, транспортабельність, енергоспоживання.

Таким чином, упровадження раціонального обсягу профілактичних робіт на ОВТ дозволить підвищити ефективність системи технічного обслуговування, що є об’єктивною необхідністю адекватного реагування на зміни, які відбуваються у системі технічного забезпечення військ і Збройних Сил України в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технічне забезпечення військ (сил) у бою і операції. − Київ: НАОУ, 1998. – 615 с.
2. Наставление по обеспечению боевых действий Сухопутных войск.Ч.8: Техническое обеспечение (соединение, часть, подразделение). – М.: Воениздат, 1987.− 351 с.
3. Організація експлуатації озброєння та військової техніки − Київ: НАОУ, 2000. – 287 с.
4. Организация эксплуатации вооружения и техники танковых и мотострелковых войск.− М.: ВА БТВ, 1981.− 419 с.

5. Система эксплуатационных мероприятий по обеспечению надежной работы бронетанковой техники.− М.: ВА БТВ, 1978.− 190 с.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри АТМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Нагачевський В'ячеслав Йосипович – к.т.н., старший викладач кафедри, Національна академія Сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного, e-mail: slavik.nag@outlook.com, Україна, 79012, м. Львів, вул. Героїв Майдану, 32.

Polyakov Andrey – professor, professor of ATM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

Nahachewsky Vyacheslav - PhD, senior lecturer, National Academy of Land Forces to them. Hetman P.Sahaydachnoho, e-mail: slavik.nag@outlook.com, Ukraine, 79012, m. Lviv, vul. Heroes Square, 32.

УДК 622.273

А.П. Поляков
А.Ю. Ворончук

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є оцінка впливу на техніко-економічні та екологічні показники дизелів транспортних засобів зміни технічного стану паливної апаратури і зміни складу відпрацьованих газів двигуна.

Показано, що у дослідженому діапазоні зміни напрацювання паливної апаратури зміна показників паливоподачі носить нерегулярний характер, при цьому профілактичними і регулювальними роботами на безмоторних стендах, як правило, вдається привести паливну апаратуру в стан, що забезпечує виконання вимог стандартів, які однак не враховують зміни, що відбуваються від напрацювання, що призводить до значного перевищенню нормативів димності.

Ключові слова: дизель, токсичність відпрацьованих газів, технічний стан двигуна, зміна параметрів паливної апаратури.

Abstract

The object of this study is to assess the impact of technical, economic and environmental performance of diesel vehicles changing technical state of fuel equipment and changes in the composition of exhaust gases of the engine.

It is shown that the examined range of change working out of fuel equipment change parameters fuel supply is irregular nature, and the prevention and adjustment works on non-motorized stands are usually unable to bring fuel equipment in a condition that ensures compliance standards but does not take into account changes that originating from developments resulting in significant excess of the standards of smoke.

Keywords: diesel, toxic emissions, the technical condition of the engine, change the fuel equipment.

Одній з організаційно-технічних складових реформаційного процесу у сфері технічного обслуговування транспортних засобів є впровадження автоматизованих інформаційних систем оцінки технічного стану транспортних засобів в умовах реальної експлуатації, в основу яких покладено данні про димність відпрацьованих газів в режимі вільного прискорення роботи дизеля.

Сумарна встановлена потужність двигунів транспортних засобів, оцінюється величиною 1,3...1,6 млрд. кВт [1], при цьому вони виділяють в атмосферу близько 29,4 млн.т в рік окислу вуглецю С (що складає, приблизно, 68% валового викиду С); 2,0 млн.т оксидів азоту NO_x (31%) 6,0 млн.т вуглеводнів СН (42%) [2, 3]. Є дані [4] про те, що в загальному забрудненні атмосфери планети двигуни транспортних засобів усіх типів вносять: 93% по викидах СО, більше 65% по викидах СН, 50% – по викидах NO_x і до 30% по викидах сажі.

Контроль технічного стану транспортних засобів за показниками токсичності, димності відпрацьованих газів і витрати палива, не дивлячись на вищевідзначену актуальність, не є самоціллю при вирішенні проблеми негативної дії транспортних засобів на довкілля і людину. Більш актуальним є розробка методології визначення з їх допомогою (ідентифікації) несправності, тобто, розробка алгоритмів інструментального діагностування двигунів внутрішнього згорання.

Серед експлуатаційних властивостей технічних систем дизелів, що мають безпосередній зв'язок з показниками потужності, паливної економічності і складу відпрацьованих газів, доцільно виділити технічний стан паливної апаратури, циліндро-прошневої групи, систем повітряподачі, газорозподілу [5].

Розробці методичного рішення розглянутих питань присвячена дана робота. Дослідження направлено на вдосконалення методів інструментального контролю технічного стану дизелів шляхом розробки і застосування діагностування технічного стану двигунів внутрішнього згорання і паливної апаратури з використанням аналізу складу відпрацьованих газів, на прикладі дизеля ЯМЗ-238.

Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від величини тиску початку впорскування палива форсунками $P_ф$ наведена на рис. 1.

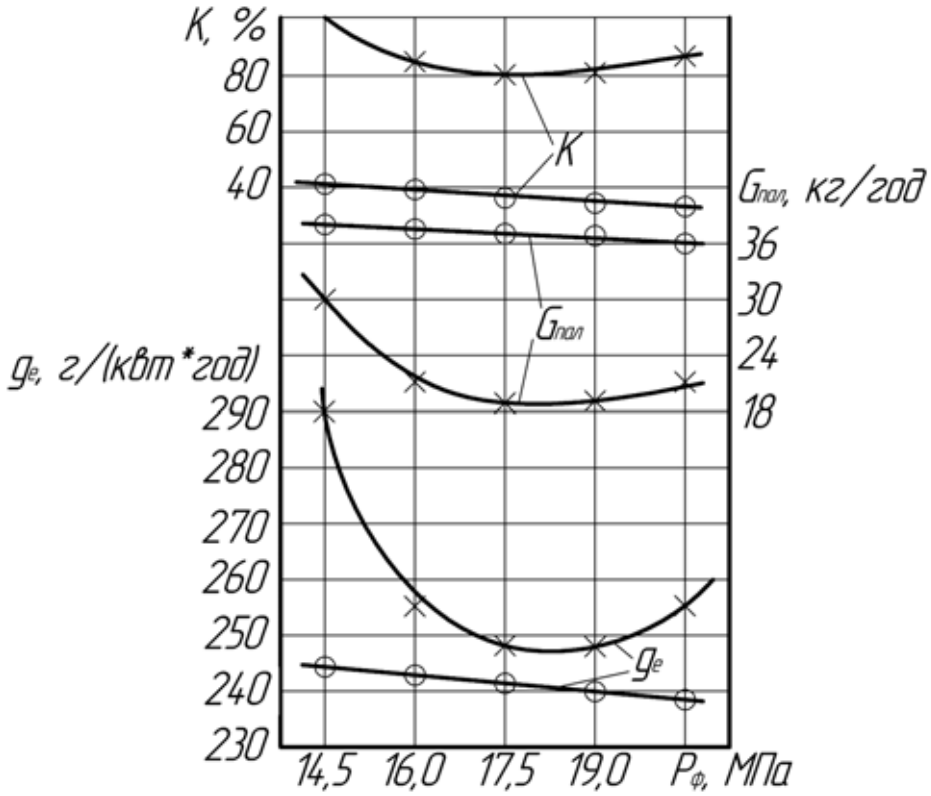


Рисунок 1 – Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від тиску початку впорскування палива форсунками на різних режимах роботи
о—о – номінальний режим роботи, n=2200 хв$^{-1}$;
х—х – режим максимального крутного моменту, n=1400 хв$^{-1}$

При зниженні $P_ф$ з 17,5 МПа до 14,5 МПа, на номінальному режимі роботи дизеля, часова витрата палива збільшується на 0,17 кг/год (13%), питома витрата палива збільшується на 3,0 г/(кВт*год) (на 1,3%), димність відпрацьованих газів зростає на 7 одиниць (на 21%). На режимі максимального крутного моменту часова витрата палива збільшується на 1,7 кг/год (16,7%), питома витрата палива збільшується на 41,40 г/(кВт*год) (16,6%), димність відпрацьованих газів зростає на 16 одиниць (19,5%).

Збільшення тиску початку уприскування палива форсунками з 17,5 МПа до 20,5 МПа на номінальному режимі роботи дизеля призводить до зниження годинної витрати палива на 0,2 кг/год (1,5%), питомої витрати палива на 3,7 г/(кВт*год) (на 1,5%), димності відпрацьованих газів на 1 одиницю.

На режимі максимального крутного моменту часова витрата палива збільшується на 0,3 кг/год (2,9%), питома витрата палива збільшується на 7,0 г/(кВт*год) (на 2,8%), димність відпрацьованих газів зростає на 4 одиниці (4,9%).

Вплив величини циклової подачі палива на показники роботи дизеля ЯМЗ-238 наведено на рис. 2.

При зниженні величини циклової подачі палива з 75мл^3/цикл до 58 мм^3/цикл, на номінальному режимі роботи дизеля ефективна потужність зменшується на 17,5 кВт (на 30%), годинна витрата палива зменшується на 3,9 кг/год (на 27%), питома витрата палива збільшується на 7,8 г/(кВт*год) (на 3,2%), димність відпрацьованих газів зменшується на 21 одиницю (на 40%). На режимі максимальній крутного моменту ефективна потужність дизеля знижується при цьому на 7,2 кВт (на 17%), годинна витрата палива зменшується на 2,99 кг/год (на 26%), питома витрата палива зменшується на 29,9 г/(кВт*год).

Збільшення циклової подачі палива з 75мм^3/цикл до 82мм^3/цикл, на номінальному режимі роботи призводить до збільшення ефективної потужності дизеля на 2,0 кВт (на 3,4%), годинної витрати палива на 0,94 кг/год (на 6,6%), питомої витрати палива на 7,2 г/(кВт/год) (на 3%), димності відпрацьованих газів на 23 одиниці (на 65,7%).

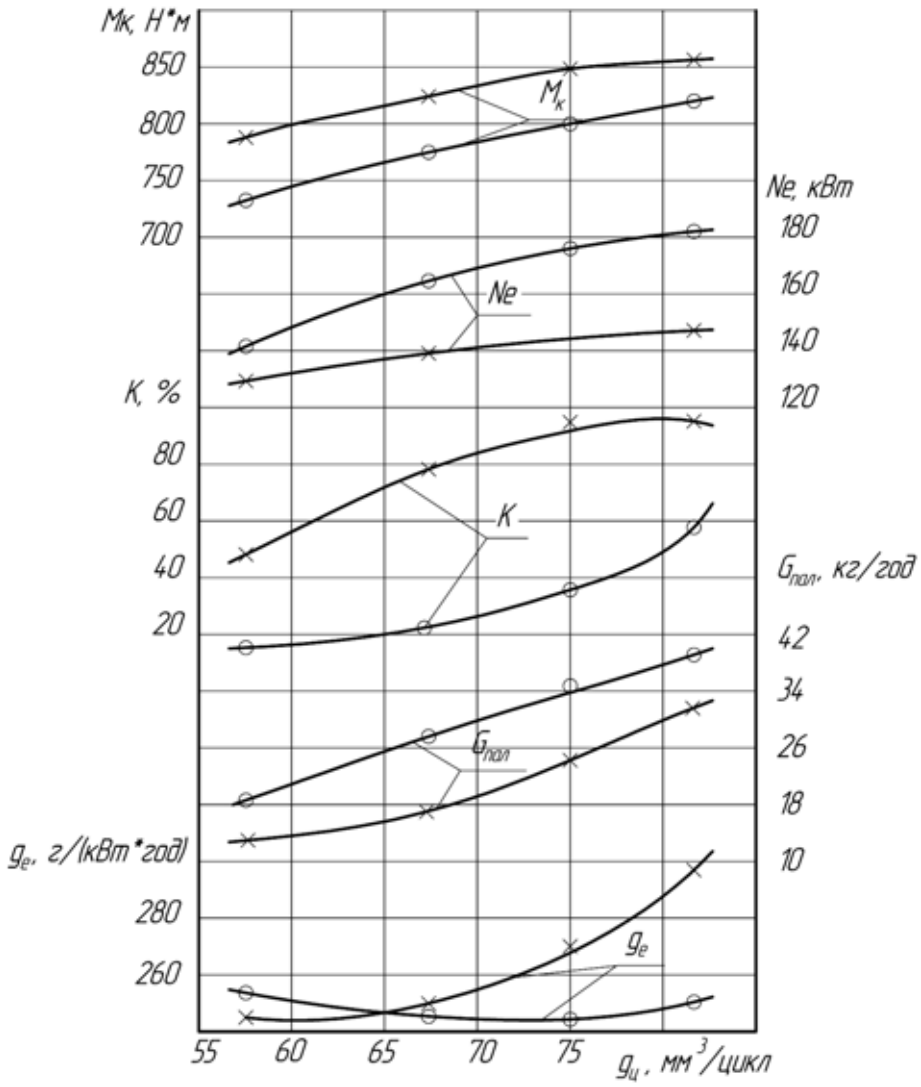


Рисунок 2 – Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від величини циклової подачі палива на різних режимах роботи
о-о – номінальний режим роботи, n=2200 хв$^{-1}$;
х-х – режим максимального крутного моменту, n=1400 хв$^{-1}$

На режимі максимального крутного моменту величина ефективної потужності зростає на 2,0 кВт (на 4,7%), питома витрата палива збільшується на 24,5 г/(кВт*год) (на 9%), годинна витрата палива збільшується на 1,64 кг/год (на 14,3%), димність відпрацьованих газів зростає на 5 одиниць (на 5,3%).

Залежність показників роботи дизеля ЯМЗ-238 від величини встановленого кута випередження впорскування палива наведена на рис. 3.

При зміні $\Theta_{ввп}$ з 26 до 20 градусів повороту колінчастого вала на номінальному режимі роботи дизеля годинна витрата палива збільшується на 0,22 кг/год (на 0.9%), питома витрата палива збільшується на 2,2 г/(кВт·год) (на 0,9%), димність відпрацьованих газів зростає на 12 одиниць (на 36,3%). На режимі максимального крутного моменту годинна витрата палива знижується на 0,91 кг/год (на 8,9%), питома витрата палива зменшується на 22,8 г/(кВт·год) (на 9,2%), димність відпрацьованих газів знижується на 37 одиниць (на 42,7%).

При збільшенні $\Theta_{ввп}$ з 26 до 32 градусів на номінальному режимі роботи дизеля годинна витрата палива збільшується на 0,34 кг/год (на 2,6%), питома витрата палива збільшується на 5,6 г/(кВт*год) (на 2,3%), димність відпрацьованих газів зростає на 10 одиниць (на 30,3%). На режимі максимального крутного моменту годинна витрата палива зростає на 1,4 кг/год (на 13,7%), питома витрата палива зростає на 34,1 г/(кВ*год) (на 13,7%), димність відпрацьованих газів збільшується на 14 одиниць (на 17,1%).

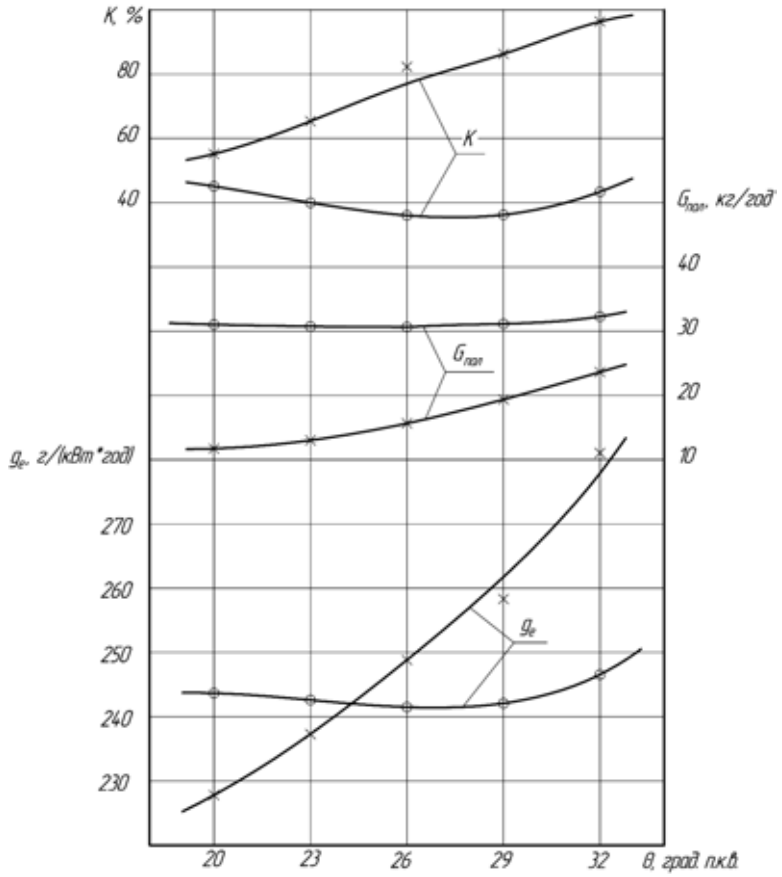


Рисунок 3 – Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від встановлюваного кута випередження впорскування палива на різних режимах роботи
o---o – номінальний режим роботи, n=2200 хв$^{-1}$;
x---x – режим максимального крутного моменту, n=1400 хв$^{-1}$

У табл. 1 показані результати випробувань дизеля ЯМЗ-238 при крайніх поєднаннях регулювальних параметрів паливної апаратури.

Таблиця 1 – Дані результатів випробувань дизеля ЯМЗ-238 при різних співвідношеннях регульованих параметрів паливної апаратури

№ з/п	n=1400 хв$^{-1}$					n=2200 хв$^{-1}$				
	Ne кВт	g_e г/(кВт•год)	К, %	NO_x млн$^{-1}$	CH	Ne кВт	g_e г/(кВт•год)	К, %	NO_x млн$^{-1}$	CH
1	124,6	227,66	97,0	570	250	166,6	236,75	53,3	760	230
2	125,3	207,35	96,7	115	112	165,2	254,03	52,3	174	97
3	121,4	210,00	95,8	232	51	165,9	223,11	50,3	274	40
4	122,2	230,22	98,0	198	123	167,3	245,41	66,5	257	138
5	117,2	175,45	71,0	160	76	153,2	228,80	13,0	245	45
6	113,1	167,07	42,7	257	93	145,2	242,00	10,8	350	84
7	114,6	179,25	60,8	382	90	148,2	236,93	8,3	400	86
8	120,1	208,97	89,0	150	87	164,3	233,36	35,0	170	62
9	117,6	199,50	81,4	186	72	167,6	232,00	24,0	190	38
10	121,0	190,78	86,0	110	38	160,2	234,14	35,0	154	57
11	120,1	194,14	86,3	75	51	160,2	230,00	34,8	86	46
12	122,2	207,35	60,8	75	90	166,1	232,32	52,1	567	48
13	117,6	179,25	86,3	382	123	159,2	238,01	39,2	482	83
14	125,3	194,14	96,7	257	83	158,9	234,22	22,1	621	112

В рамках цього дослідження вирішувалися часткові, найбільш актуальні для умов експлуатації, завдання раціоналізації регулювальних параметрів подачі палива.

Оптимальні (по ефективної потужності, питомої витраті палива і димності відпрацьованих газів) області значень регулювальних параметрів паливної апаратури дизеля ЯМЗ-238 для номінального режиму роботи відповідали: $\Theta_{ввп}$ = 26...29 град, $P_ф$ = 16,0...18,5 МПа і $g_{цн}$=66...72 мм^3/цикл; на режимі максимально крутного моменту: $\Theta_{ввп}$ = 20...23 град, $P_ф$ = 17,5...19,0 МПа і $g_{цн}$=64...72 мм^3/цикл.

На підставі аналізу можна зробити висновки про те, що розглянуті методи вимірювання витрати палива не можуть задовольнити повною мірою вимогам оперативного експлуатаційного контролю паливно-економічних показників, оскільки мають ряд істотних недоліків, основним з яких є необхідність часткового розбирання двигунів з втручанням у паливоподаючу систему. Це тягне за собою додаткові трудові витрати і зниження надійності паливної системи і всього двигуна в цілому.

Проведений аналіз сучасного стану проблеми діагностування техніко-екологічних показників дизелів транспортних засобів за складом відпрацьованих газів показав актуальність обраного напрясу дослідження.

Однак, практична реалізація методів діагностування в умовах експлуатації автомобільної техніки і особливо оцінки паливно-економічних показників дизелів, а також технічного стану систем двигуна і паливної апаратури, що чинять безпосередній вплив на показники екологічної безпеки, потребує сьогодні вирішення цілого ряду науково-технічних і методичних питань.

Порівняльний аналіз даних моторних і безмоторних випробувань комплектів паливної апаратури дозволяє зробити висновок про те, що методи її контролю, регламентовані стандартом, не відображають повною мірою тих змін в процесах подачі палива, які виникають під час напрацювання паливної апаратури.

У дослідженому діапазоні зміни напрацювання паливної апаратури зміна показників паливоподачи носить нерегулярний характер, при цьому профілактичними і регулювальними роботами на безмоторних стендах, як правило, вдається привести паливну апаратуру в стан, що забезпечує виконання вимог стандартів, які однак не враховують зміни, що відбуваються від напрацювання, що призводить до значного перевищенню нормативів димності.

Результати проведеної оцінки комерційного потенціалу розробки показали, що рівень потенціалу вище середнього. Це свідчить про велику ймовірність успішного комерційного впровадження удосконаленого методу на ринок та відповідно можливості отримання прибутку від використання розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новиков Л.А. Проблемы и перспективы создания малотоксичных дизелей / Л.А.Новиков, Н.А.Вольская. М.:Двигателестроение. - 1993. - № 1-2, - С. 49-53.
2. Миляев В.Б. Проблемы мониторинга источников загрязнения атмосферного воздуха. - В сб.: Мониторинг источников промышленных выбросов в атмосферу / В.Б.Миляев. - Л.: ЛДНТП. - 19 91. - С. 4-10.
3. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания / И.Я.Райков. - М. : Высшая школа, 1975. - 319 с.
4. Иванченко Н.Н. Проблема комплексного улучшения гигиенических качеств отработавших газов дизелей судового, тепловозного и промышленного назначения / Н.Н.Иванченко, В.И.Смайлис.//Труды ЦНИДИ. - Л.: 1978. - Вып. 74. - С. 5-21.
5. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники / В.М.Михлин. - М.: Колос, 1984. – 335 с.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри АТМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Ворончук Андрій Юрійович – студент групи 1АТ-13, факультет машинобудування та транспорту Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Polyakov Andrey – professor, professor of ATM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

Voronchuk Andrey - student group 1AT-13, Department of mechanical engineering and transport Vinnytsia National Technical University, e-mail: vntu@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

УДК 623.4

М.І Побережний
Я.С.П Романов

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянута сучасна стрілецька зброя і її використання.
Ключові слова: стрілецька зброя, ствол, куля, точність стрільби.

Abstract
The current small arms and its use.
Keywords: Small arms, barrel, bullet, accuracy of shooting.

Бойові дії в локальних війнах останніх десятиліть виявили нові вимоги до стрілецького озброєння. Раніше від індивідуального зброї піхотинця - гвинтівок і карабінів потрібно надійне ураження цілей досить щільним вогнем на відстанях до 500 м. В ті роки це було досягнуто створенням автоматичних гвинтівок (автоматів) під новий вид патронів з пороховим зарядом оптимальної потужності, який надав кулі початкову швидкість 700…800 м/с.

Як в інших країнах, так і у нас основним напрямком подальшого розвитку армійського стрілецького озброєння в даний час є модернізація існуючих зразків, які добре зарекомендували себе. Цей найбільш економічний і з матеріальних витрат, і по витраті часу шлях підвищення бойових можливостей озброєння який використовується і в інших країнах світу, в тому числі і у США.

Можна стверджувати, що модернізація є перевіреним і безумовно ефективним шляхом вдосконалення різного озброєння, у тому числі і стрілецької. Досить нагадати успішну модернізацію автоматів Калашникова АКМ і АК74М, кулеметів ПКМ, модернізацію практично всіх видів патронів стрілецької зброї, пострілів до протитанкових гранатометів і багатьох інших зразків зброї і боєприпасів.

Всі минулі роки досить активно реалізовувалися програми розробки нових видів і зразків стрілецького озброєння, планомірно велися науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи з метою розробки системи стрілецького озброєння на наступні роки. У той же час у сьогоднішніх умовах курс на модернізацію залишається основним напрямком удосконалення бойової техніки і озброєння армії.

Розглянемо більш детально сучасні зразки стрілецького озброєння, які прийняті на озброєння у різних країнах [1].

Пістолет Макарова ПММ модернізований. Метою модернізації пістолета Макарова ПМ було збільшення ємкості магазину і підвищення вражаючої дії по живій силі, що використовує засоби індивідуального захисту. Для вирішення цих завдань був розроблений, на базі штатної пістолетної гільзи довжиною 18 мм, патрон більшої потужності з новою кулею. Був розроблений варіант пістолета Макарова - модернізований ПММ з магазином на 12 патронів. У конструкції патронника були передбачені похилі канавки, які гальмують виймання гільзи і відкат затвора, що дозволяє здійснювати стрільбу як стандартними патронами 9×18 мм, так і посиленими. Патрон ПММ має більшу пробивну силу. Трохи збільшилася загальна довжина пістолета. На рис. 1 представлений пістолет Макарова ПММ.

Один з напрямків розробки нового автомата є зразок іжевського конструктора Г.Н. Ніконова. Його автомат створений за так званою схемою з накопиченням імпульсу віддачі, відомої у світовій практиці по системі німецької автоматичної гвинтівки G11.

Рисунок 1 – Пістолет Макарова ПММ

Автомат Никонова при стрільбі фіксованими чергами з високим темпом (1800...2000 постр./хв) забезпечує дуже високу купчастість куль у черзі тим, що наступні постріли черзі виконуються під час руху ствола назад за рахунок віддачі від першого і наступних пострілів. Черга закінчується до моменту приходу рухомих частин у крайнє заднє положення, тому ствол практично не отримує збурюючих імпульсів і зберігає своє положення в просторі при дії всіх пострілів черзі. В результаті купчастість бою тут у багато разів вище, ніж можуть дати звичайні схеми автоматики. Рухомі частини нової зброї - ствол, вузол замикання, газовий двигун і інші механізми - зібрані у єдиний блок стріляючого агрегату. Він міститься у корпус зброї з прикладом, і при стрільбі відбувається відкат і накат стріляючого агрегату по напрямних корпусу подібно до руху ствола з механізмами по люльці лафета у артилерійському знарядді. Імпульс сили віддачі від першого пострілу не впливає на стрільця: він приєднується до імпульсу віддачі наступного пострілу - і так до удару рухомих частин у крайньому задньому положенні. Цей удар пом'якшується спеціальним буфером.

Після ряду доробок, проведених за результатами випробувань, автомат Ніконова під патрон калібру 5,45-мм визнаний кращим за підсумками теми «Абакан» і отримав найменування АН-94. На рис. 2 представлений автомат Никонова АН-94.

Рисунок 2 – Автомат Никонова АН94

Відомий дослідний зразок індивідуальної зброї OICW (Objective Individual Combat Weapon) (США) двохкаліберний автомат. Розробляється за програмою перспективного озброєння американської піхоти. Передбачається, що OICW зможе замінити штурмову гвинтівку, карабін, ручний кулемет, підствольний гранатомет.

Прицільний блок - комплексний, з денним і нічним каналами, цифровим процесором, лазерним далекоміром. Прицільний блок може приєднуватися до комп'ютера у шоломі піхотинця.

Для наведення на ціль і подальшого пострілу передбачається оснастити зброю міні системою управління вогнем (СУО), куди увійдуть: оптичний приціл; лазерний цілевказівник; балістичний обчислювач; електронна апаратура автоматичного коректування установок стрільби з урахуванням умов навколишнього середовища; відеокамера; тепловізор; мікропроцесор, що обробляє і передає дані щодо цілі та умови стрільби на програмований детонатор у реальному масштабі часу.

Ствол калібру 20 мм розрахований на стрільбу осколковими снарядами по відкритим і закритим цілям. Момент підриву визначається процесором за даними лазерного далекоміра і вводиться у пам'ять детонатора при пострілі. Малокаліберний ствол призначений для ураження одиночних цілей настильний вогнем. Патрони - калібру 5,65 мм і 20 мм; маса - до 7,0 кг; прицільна дальність стрільби - до 500 метрів осколковими гранатами, до 800 м - кулями; магазин - на 30 малокаліберних патронів і 6 патронів калібру 20 мм. На рис. 3 представлений дослідний зразок індивідуального зброї OICW.

Рисунок 2 – Опитний зразок індивідуальної зброї OICW

Застосування такої апаратури дозволить вести прицільний вогонь по противнику з укриття у будь-який час доби. Причому дані цілі та установки стрільби автоматично розраховуються і виводяться на міні-дисплей, прикріплений до захисного шолому піхотинця.

Таким чином, розглянуті різні види модернізованого і розробляється сучасної стрілецької зброї та його використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Федосеев С. Боевое стрелковое оружие России / С.Федосеев. – М. : ООО «ИД АВАНГАРД», 2004. – 168 с.

Побережний Михайло Іванович – науковий співробітник кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poberegnym@ukr.net

Романов Ярослав Сергійович – студент групи 1СЗ-16б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 1sz16b.romanov@gmail.com.

Poberegny Mikhail. – research associate Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya e-mail:poberegnym@ukr.net.

Romanov Yaroslav – Department of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1sz16b.romanov@gmail.com.

УДК 623.4

А.П. Поляков

ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК США

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є вогнева підготовка військовослужбовців сухопутних військ США, як найбільш важливий елементів успішного ведення бойових дій. Організація вогневої підготовки носить професійний і науково обґрунтований характер.

В сухопутних військах США створюються передумови для постійного вдосконалення форм і методів вогневої підготовки зі стрілецької зброї та її ефективного проведення серед військовослужбовців. Система підготовки до ведення вогню з автоматичної гвинтівки сприяє високій ефективності дій військовослужбовців при виконанні ними бойових завдань в сучасних умовах.

Ключові слова: вогнева підготовка військовослужбовців, організації вогневої підготовки, методика організації і проведення вогневої підготовки, вправи практичних стрільб, кваліфікаційні стрільби.

Abstract

The object of this study is to burn soldiers training the US Army as the most important elements of successful warfare. Company fire training is a professional and science-based in nature.

In the US Army are prerequisites for continuous improvement of forms and methods of fire training with small arms and its effective realization among military personnel. Training system for firing with automatic rifles contributes to the high effectiveness of the military personnel in the performance of combat missions in modern conditions.

Keywords: military fire training, fire training organization, methods of organization and conduct fire training exercises firing, shooting skill..

За поглядами американських військових фахівців, вогнева підготовка військовослужбовців є одним з найбільш важливих елементів успішного ведення бойових дій. В першу чергу це відноситься до підрозділів і частин сухопутних військ, задіяним в локальних конфліктах.

Організація вогневої підготовки в збройних силах США носить професійний і науково обґрунтований характер. Відповідна програма і власне методика проведення занять розробляються в навчальному центрі навчання стрільби сухопутних військ США USAMU (United States Army Marksmanship Unit), що складається з семи структурних підрозділів, основним з яких є підрозділ навчального центру Форт-Бенінг. Що стосується таких специфічних напрямків вогневої підготовки, як психологія і мотивація стрілка, а також ефективність стрільби, то вони розробляються і вивчаються в науково-дослідному інституті суспільних наук армії США і військових навчальних закладах.

Комплексний аналіз матеріалів з різних американських джерел по цій темі дозволив визначити наступні принципи організації вогневої підготовки в сухопутних військах США.

Перший принцип, який випливає з рекомендацій навчальних центрів, науково-дослідних інститутів і військових навчальних закладів, полягає в тому, що влучної стрільби з автоматичної зброї можна навчити практично будь-якого фізично здорового і психічно сталу молоду людину, при дотриманні нею основної вимоги - неухильного виконання всіх рекомендацій викладача-інструктора.

Другий принцип передбачає ретельний відбір кандидатів на посади викладачів вогневої підготовки. Вони повинні:

- мати вищий рівень спеціалізації з вогневої підготовки з автоматичної гвинтівки або пістолета;
- займатися стрілецьким спортом і брати участь в змаганнях різного рівня;
- мати педагогічні здібності, щоб допомогти новобранцю подолати страх, нервозність, виправити його недоліки в координації рухів, виключити самовпевненість і недбалість у поводженні зі зброєю та в підсумку сприяти йому в успішному освоєнні програми вогневої підготовки.

Підсумки практичної роботи викладачів з новобранцями аналізуються в навчальних центрах навчання влучній стрільби.

Третій принцип полягає в ретельної науково обґрунтованої розробки методики вогневої підготовки, яка передбачає її широке інформаційне забезпечення, мотивоване залучення в заняття стрілецьким спортом широких верств населення, і в першу чергу молоді.

Результатом аналітичних досліджень, а також вдосконалення методики організації і проведення вогневої підготовки з автоматичної гвинтівки Ml6 (і її модифікацій) і карабіна М4 стало санкціоноване американським командуванням видання тільки за останній десять років двох посібників з навчання влучної стрільби з цього виду стрілецької зброї.

Згідно з керівними документами вогнева підготовка з автоматичної гвинтівки в армії США являє собою безперервний процес, що включає наступні етапи:

початкову вогневу підготовку (BRM - Basic Rifle Marksmanship);

підвищену вогневу підготовку (ARM - Advanced Rifle Marsmanship);

ознайомлення з навичками ведення вогню в бойових умовах (CFF - Combat Familiarization Fire);

навчання стрільбі в складі навчального (тактичного) підрозділу (SDM - Squad Designated Marksman's course).

Результатом вогневої підготовки кожного військовослужбовця і, відповідно, ознакою його авторитету в підрозділі, а нерідко і в збройних силах є присудження йому знаку стрілецької кваліфікації, що носиться на лівій нагрудній кишені форми одягу. Стрілецька кваліфікація в залежності від результатів виконання кваліфікаційних стрільб включає в себе три рівні - експерт, снайпер і влучний стрілець.

Вогнева підготовка з автоматичної зброї в сухопутних військах США починається з вивчення вимог до безпеки, матеріальної частини зброї та прийомів ведення стрільби. Однак процес початкового навчання та навчання влучною стрільби передбачає обов'язкове використання електронного та лазерного тренажерів.

Тренажер EST 2000 (Engagement Skills Trainer) і лазерна система LMTS призначені для стрілецьких тренувань і допомагають навчати військовослужбовців міткою стрільби, виробляти відповідні навички стрільби в закритих приміщеннях, проводити групову тактичну підготовку. В подальшому рекомендується застосовувати обидва засоби перед стрільбою бойовими патронами.

У тренажерах EST 2000 використовується: цифрова система передачі відеоінформації, екран з високою роздільною здатністю, комп'ютерна графіка на ігровій основі, точне моделювання законів балістики для максимально реального відтворення віртуального виду бою.

Передбачено два варіанти виконання тренажерної системи - стаціонарний і мобільний (у вигляді спеціального причепа). Останній може бути розгорнутий на території любого підрозділу.

Тренажер EST 2000 вже знайшов широке застосування в підрозділах США, в тому числі дислокованих на континентальній частині країни, Гаваях, Алясці, в Кореї, Німеччини та Афганістані. Крім того, цей засіб використовуються в Кувейті на військових базах США. Він також поставляється для навчання військовослужбовців Армії оборони Ізраїлю і національної гвардії Саудівської Аравії.

Слід зазначити, що поряд з електронними тренажерами американські військовослужбовці навчаються прицілюванню і за допомогою стрілецьких приладів. Для цього використовуються ортоскопи, бічні дзеркала, масштабні мішені і кріплення зброї.

Крім того, вже на етапі початкової вогневої підготовки достатню увагу і час приділяється навчанню застосування оптичних і коліматорних прицілів, лазерних далекомірів і інших пристроїв. Цей цикл підготовки завершується освоєнням методики ведення бою в місті, лісі, горах і інших особливих умовах. Програма підготовки військовослужбовців конкретної спеціальності включає в себе відпрацювання спеціальних навичок.

У період початкової вогневої підготовки американські військовослужбовці навчаються заняттю правильного положення для стрільби, відпрацьовують навички утримання зброї, знайомляться з основними правилами влучної стрільби. В ході занять вони вивчають типи цілей і порядок дій для їх ураження. Контроль рівня підготовки військовослужбовців здійснюється на стрільбищі. В цілому тривалість процесу вогневої підготовки новобранців в армії США становить 73 год, з них: 5 год займають заняття в класах, 16 годин тренування на тренажерах і 52 год виконання вправ практичних стрільб.

Наступний етап - підвищена стрілецька підготовка - передбачає підтримку і вдосконалення отриманих навичок. Курс підвищеної вогневої підготовки складає 28 год, з яких 22 год відводиться на денні та нічні стрільби. Цей курс включає влучну швидкісну стрільбу, стрільбу по рухомих цілях і в складі підрозділу.

В ході групових і практичних занять відпрацьовуються навички з виявлення, спостереження, визначення дальності до цілі і прицілюванню, а також удосконалюються елементи забезпечення безпеки при діях зі зброєю та спорядженням.

При виконанні практичних стрільб військовослужбовці ведуть вогонь по цілях, розташованих на різних дистанціях, виконують аналіз купчастості стрільби, влучень по цілям і вносять зміни в вихідні установки для стрільби, використовуючи дані про силу вітру, траєкторії польоту кулі та інших факторах, що впливають на результати влучності стрілка . Все це дозволяє закріпити навички, отримані під час занять в класах і на тренажерах, виховати у стрільців впевненість у своїх здібностях при ураженні цілей, використовуючи завчасно введені вихідні дані для стрільби.

Аналіз положень американського польового статуту FM 3-22.9 дозволяє зробити висновок про те, що в період початкової вогневої підготовки військовослужбовці виконують такі вправи:

- навчальні стрільби № 1 (поодинокі цілі, що з'являються на відстані 75, 175 і 300 м);
- навчальні стрільби № 2 (одиночні і групові цілі на відстані 75, 175 і 300 м);
- контрольні стрільби № 1;
- контрольні стрільби № 2;
- класифікаційна (звітна) стрільба.

При виконанні вправ навчальних стрільб військовослужбовці повинні вразити не менше 29 з 54 показаних цілей.

Вправи практичних стрільб виконуються з положень лежачи з упору і без упору, а також з коліна, за поодинокими цілями: по грудній фігурі на дальності 75 м і ростової фігурі - 175 і 300 м. Більш складні вправи припускають одночасний показ декількох цілей зі зменшенням часу на їх ураження, при цьому вони з'являються підйомом з вертикального або горизонтального положення. Облік враження цілей здійснюється, як правило, електронним способом.

Вправи контрольних стрільб є ускладнений варіант навчальних стрільб у вигляді стрільби по одиночним і групових цілях із завданням застосування раніше набутих навичок.

У підсумку після кожного етапу вогневої підготовки проводиться кваліфікаційна стрільба, в ході якої військовослужбовцю необхідно вирішити відразу кілька завдань. При виконанні кваліфікаційної стрільби стрілець повинен продемонструвати розуміння вивчених в період чергового етапу підготовки питань, вміння виявляти й усувати власні помилки, а також своєчасно коригувати результати стрільби.

Так, в ході початкової вогневої підготовки при виконанні кваліфікаційної стрільби зброя повинна бути справною і приведеною до нормального бою, прицільні пристосування повинні бути відрегульовані, а кожен стрілець повинен отримати один магазин з 20-ма набоями та два магазини з 10-ю. При цьому в процесі кваліфікаційної стрільби випробуваному показують 40 одиночних або групових цілей на дальності від 50 до 300 м. на даному етапі практичних стрільб військовослужбовець повинен вразити не менше 23 цілей.

Якщо військовослужбовець не досягне мінімального показника, він направляється на додаткове навчання, мета якого полягає в тому, щоб домогтися поразки учнем семи з десяти цілей, розташованих на відстані 300 м.

При виконанні кваліфікаційної стрільби військовослужбовець зобов'язаний першими вражати цілі, що представляють для нього найбільшу загрозу. Зміна позицій повинна проводитися швидко, але без обмеження часу, з урахуванням готовності зброї та стрілка до чергового етапу стрільби.

Для перевірки підготовки військовослужбовців рекомендується завжди виконувати типову кваліфікаційну стрільбу, проте в певних умовах (відсутність підготовленого стрільбища) вона може бути замінена кваліфікаційною стрільбою по цілям на певній дальності або альтернативної кваліфікаційною стрільбою по масштабним мішеням на відстані 25 і 15 м.

При виконанні альтернативної кваліфікаційної стрільби військовослужбовці повинні вражати цілі зліва направо і від себе в глибину (25, 50 і 100 м ліва, 100 м - центр, 100 м - права, 150 м - ліва, 150 м - права і т.д.). Це дозволяє військовослужбовцю вражати цілі послідовно, не пропускаючи їх.

При виконанні вправ стрільб військовослужбовці армії США повинні діяти в індивідуальних засобах захисту (шолом і бронежилет).

Військовослужбовці, які показали найбільш високі результати в індивідуальній вогневої підготовці в ході підвищеної вогневої підготовки і навчання веденню вогню в бойових умовах, направляються на навчання за курсом «Стрільба в складі навчального (тактичного) підрозділу». Освоєння відповідної програми передбачає ведення стрільби по цілях на дальності 300-600 м із

загальною кількістю пострілів більше 500 в тиждень. Заняття на цьому курсі ведуть викладачі навчальних центрів, які найбільш активно займаються стрілецьким спортом і тренують спортивні команди.

На базі навчальних центрів навчання влучної стрільбі проводяться заняття не тільки з військовослужбовцями, а й з цивільними особами. Для вербування рекрутів в армію США і підготовки населення до війни активно організовуються заняття і стрільби з молоддю.

Для керівництва і забезпечення стрільб в армії США призначаються: офіцер, відповідальний за їх проведення (старший керівник стрільби, OIC -Officer in Charge); офіцер служби безпеки полігону (RSO - Range Safety Officer); команда із забезпечення безпеки на вогневому рубежі; помічник викладача (інструктора); збройовий майстер; медичний персонал; команда підношувачів боєприпасів; оператор командно-диспетчерського пункту; підрозділ технічного забезпечення.

Офіцер, відповідальний за проведення стрільб, інформує всіх солдат про умови їх виконання. Він відстежує всі дії на стрільбищі в період підготовки, проведення і закінчення стрільб.

Офіцер служби безпеки полігону стежить за дотриманням вимог безпеки на стрільбищі, контролює безпечну зміну положень для стрільби, перевіряє гільзи і боєприпаси перед відбуттям підрозділу зі стрільбища, а також контролює використання стрілками з ведучою лівою рукою відповідного стрілецької обладнання. Він є штатною посадовою особою і проходить спеціальну підготовку. При підборі кандидатів для підготовки військовослужбовців на ці посади враховуються вік (не менше 21 року) і спеціальні навички претендентів.

Особовий склад команди щодо дотримання безпеки на вогневому рубежі здійснює такі дії: фіксує поразку цілей і зазначає ураження; повідомляє начальнику стрільбища (полігону) про ведення вогню на небезпечних напрямках стрільби; враховує тільки чотири попадання в кожну ціль (при виконанні звітної стрільби на дистанції 25 м по масштабних мішенях); заповнює звітні документи (картку влучень); допомагає солдатам відновлювати мішень; узагальнює, відзначає і здає звітні документи начальнику стрільбища (полігону).

Помічник викладача (інструктора) призначається на кожні десять напрямків стрільби і відповідає за дотримання стрілками вимог безпеки і дій зі зброєю, а також допомагає усувати затримки при стрільбі.

Слід зазначити, що виконання вимог безпеки під час стрільб в армії США приділяється підвищена увага. У керівних документах визначено відповідні вимоги як для учнів, так і для адміністрації полігонів.

Західні військові експерти відзначають, що вогнева підготовка в армії США відрізняється наступним:

- тривалість початкової вогневої підготовки перевищує аналогічну підготовку в інших найбільш розвинених країнах в кілька разів, при цьому кількість часу, що відводиться на стрільбу в період загальновійськової підготовки в армії США більше;
- при організації вогневої підготовки ведеться інтенсивне застосування різних електронних стрілецьких тренажерів;
- за останнє десятиліття розроблено два нових науково обґрунтованих керівництва з навчання влучною стрільбою з автоматичної гвинтівки.

Аналіз організації вогневої підготовки у сухопутних військах США дозволяє зробити наступні висновки:

1. Вогнева підготовка є головним видом бойової підготовки і проводиться в спеціальних центрах з навчання влучною стрільбою. Початкового навчання особового складу стрільбі з автоматичної зброї приділяється серйозна увага. Його результати постійно аналізуються для оптимізації програми оптимізації програми. З відстаючими проводиться корекційне навчання, в результаті чого всі військовослужбовці навчального підрозділу досягають необхідного рівня підготовки.

2. Програма початкової вогневої підготовки побудована на використанні перевірених і ефективних методів навчання. З урахуванням мінливих умов і тактики ведення бойових дій в процес навчання впроваджуються нові методи стрілецької підготовки і організовуються додаткові курси. Для підвищення ефективності підготовки використовуються сучасні технічні засоби (електронні тренажерні комплекси). На основі наявних польових статутів, настанов і повчань розроблена стратегія розвитку вогневої підготовки для різних частин армії США.

3. Специфічні напрямки вогневої (стрілецької) підготовки, такі як психологія і мотивація стрілка, ефективність стрільби, розробляються й удосконалюються в науково-дослідному інституті суспільних наук і в військових навчальних закладах армії США.

4. В американських засобах масової інформації активно поширюються матеріали про досягнення в стрілецькому спорті в країні і умінні володіти зброєю серед військовослужбовців сухопутних військ, національної гвардії і резервістів. При цьому пропагується діяльність навчальних центрів (Форт Беннінг та ін.) І проводяться додаткові заняття з цивільними особами (особливо з молоддю) з метою підготовки боєздатного населення і вербування нових рекрутів.

Таким чином, в сухопутних військах США створюються передумови для постійного вдосконалення форм і методів вогневої підготовки зі стрілецької зброї та її ефективного проведення серед військовослужбовців. Система підготовки до ведення вогню з автоматичної гвинтівки сприяє високій ефективності дій військовослужбовців сухопутних військ при виконанні ними бойових завдань в сучасних умовах.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри АТМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Polyakov Andrey – professor, professor of ATM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

УДК 622.273

В.В. Зянько
П.А. Поляков

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТЕХНІКИ НА ГУСЕНИЧНІЙ БАЗІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є визначення економічного ефекту від впровадження розроблених рекомендацій на вартість робіт з технічного обслуговування і ремонту гусеничної техніки з врахуванням терміну перебування її в експлуатації.

В результаті проведеного дослідження визначено економічний ефект від впровадження удосконаленої системи технічного обслуговування і ремонту як для гусеничних машин, котрі знаходяться в безперервній експлуатації, так і машин знятих зі зберігання. Якщо взяти до уваги, що більша частина гусеничної техніки у Збройних Силах України перебуває в експлуатації більше 10 років, то кількість заощаджених коштів у разі запровадження розроблених рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту гусеничної техніки в практику буде доволі суттєвою.

Ключові слова: система технічного обслуговування і ремонту, гусенична техніка, контрольно-технічне обслуговування, економічний ефект.

Abstract

The object of this study is to determine the economic impact of the implementation of the recommendations on the cost of maintenance and repair of tracked vehicles taking into account the term of its operation.

The study defined economic effect from the introduction of improved system maintenance as for tracked vehicles, which are in constant use, and vehicles removed from storage. Given the fact that most of tracked vehicles in the Armed Forces of Ukraine has been in operation for over 10 years, the amount of savings in case of implementation of the recommendations to improve the efficiency of the system maintenance and repair of tracked vehicles in practice be quite substantial.

Keywords: system maintenance, Caterpillar machinery, control and maintenance, economic effect.

Техніко-економічну оцінку системи технічного обслуговування і ремонту гусеничної техніки можливо проводити за оцінкою витрат матеріальних засобів на технічне обслуговування і ремонт в процесі використанні її за призначенням, а також на початковому етапі експлуатації після зняття її зі зберігання.

Для проведення техніко-економічної оцінки доцільності застосування рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту гусеничної техніки спочатку розраховується вартість технічного обслуговування для кожної групи гусеничної техніки, розподілених за терміном перебування її в експлуатації

$$C_{\text{ТО}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} C_{TO_i} + \sum_{j=1}^{N_{\text{В}}} C_{\text{ув}_j} \quad , \tag{1}$$

де $C_{\text{ТО}}$ – вартість *i*-го номерного технічного обслуговування; $N_{\text{ТО}}$ – кількість номерних технічних обслуговувань; $C_{\text{увj}}$ – вартість усунення і-ї відмови; $N_{\text{В}}$ – кількість відмов.

Враховуючи те, що із збільшенням терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації збільшується кількість недоліків в її технічному стані, збільшується обсяг робіт, які виконуються для усунення цих недоліків, відповідно збільшується вартість робіт, спрямованих на усунення цих недоліків.

З урахуванням терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації загальна вартість технічного обслуговування розраховується за виразом

$$C_{\text{ТОз}} = C_{\text{ТО}} K_{\text{ув}}, \tag{2}$$

де $К_{УВ}$ – коефіцієнт коригування трудомісткості номерного технічного обслуговування залежно від терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації.

Залежність загальної вартості номерних технічних обслуговувань гусеничної техніки від терміну перебування її в експлуатації наведена на рис. 1.

Із графіка видно, що із збільшенням терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації вартість ТО-1 збільшується, для гусеничної техніки з терміном перебування в експлуатації 10 років – в 1,5 рази порівняно з вартістю технічного обслуговування гусеничної техніки, яка перебуває в експлуатації 5 років, для гусеничної техніки з терміном перебування в експлуатації 15 років – в 2,3 рази, 20 років – в 3 рази. Вартість ТО-2 для гусеничної техніки з терміном перебування в експлуатації 10 років збільшується в 1,7 рази, 15 років – в 2,5 рази, 20 років – в 3,3 рази.

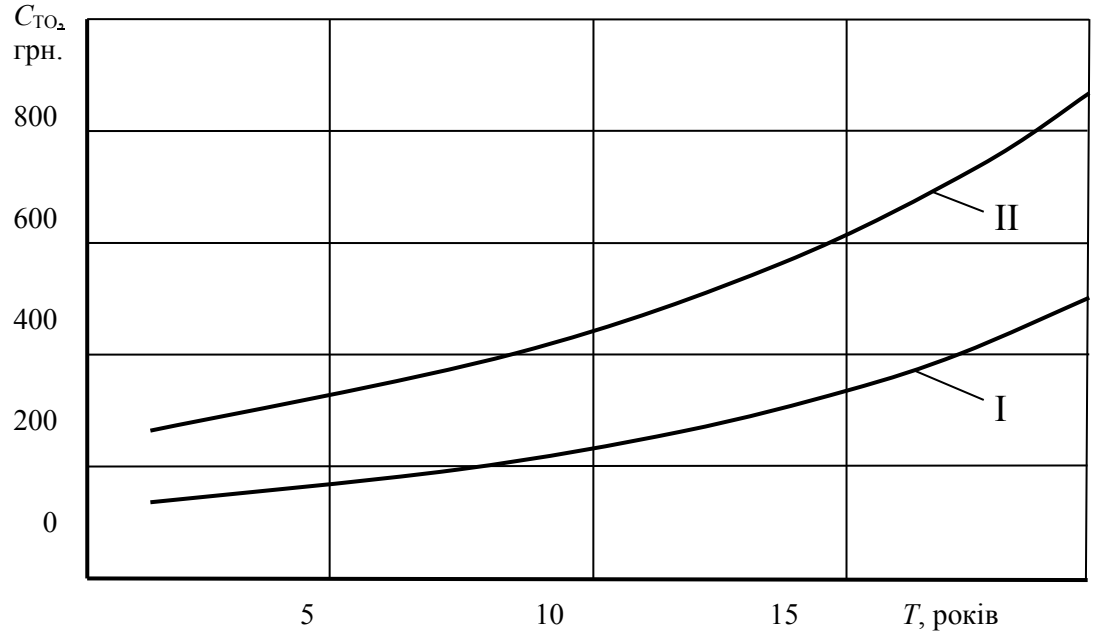


Рисунок 1 - Залежність сумарної вартості номерного технічного обслуговування гусеничної техніки на базі Т-72 від терміну перебування в експлуатації:
I – ТО-1; II – ТО-2

Досвід експлуатації техніки у військах показав, що відмови, які виникають на неї в процесі використання за призначенням, із збільшенням терміну перебування в експлуатації стають складнішими. Відмови усуваються проведенням поточних ремонтів. Із збільшенням термінів перебування гусеничної техніки в експлуатації збільшуються витрати матеріально-технічних засобів і трудових ресурсів на виконання цих поточних ремонтів.

Вартість поточного ремонту складається з вартості запасних частин і матеріалів, необхідних для його проведення, та вартості трудових затрат.

Згідно з проведеними розрахунками, сумарна вартість запасних частин і матеріалів, необхідних для проведення поточного ремонту, складає 0,15 вартості проведення капітального ремонту гусеничної техніки. Вартість проведення капітального ремонту для гусеничної техніки на базі Т-72 складає 156800 грн., для гусеничної техніки на базі Т-55 – 168300 грн. Відповідно вартість запасних частин і матеріалів для проведення одного поточного ремонту в середньому буде складати: для гусеничної техніки на базі Т-72 – 235,2 грн., на базі Т-55 – 252,6 грн.

Вартість затрат на проведення поточного ремонту визначається за формулою

$$C_{\text{р}} = T_{\text{р}} C_{\text{люд.-год}} K_{\text{р}} \quad , \tag{3}$$

де $Т_Р$ – трудомісткість поточного ремонту, люд.-год.; $С_{люд-год}$ – вартість однієї людино-години; $К_Р$ – результуючий коефіцієнт коригування трудомісткості поточного ремонту залежно від терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації.

Аналіз результатів проведених розрахунків показав, що вартість одного поточного ремонту зростає із збільшенням терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації і складає: для гусеничної техніки на базі Т-72 з терміном перебування в експлуатації 10 років – 305,7 грн., 15 років – 352,8 грн., 20 років – 423,3 грн.

Як зазначалося вище, вартість поточного ремонту для гусеничної техніки на базі Т-55 відрізняється від вартості поточного ремонту гусеничної техніки на базі Т-72 і складає для техніки з терміном перебування в експлуатації 10 років 328,3 грн., 15 років – 378,9 грн., 20 років – 454,6 грн.

Проведений аналіз запропонованих робіт контрольно-технічного обслуговування показав, що вони за своїм обсягом значно менші від обсягів робіт номерних технічних обслуговувань, відповідно і вартість робіт КТО менша від вартості номерного технічного обслуговування.

Розрахована вартість КТО-1 складає 0,15 – 0,25 вартості номерного технічного обслуговування, КТО-2 – 0,18 – 0,23, КТО-3 – 0,25 – 0,29 залежно від терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації.

Сумарна вартість проведення всіх трьох контрольно-технічних обслуговувань на 20–25% менша вартості номерного технічного обслуговування залежно від терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації.

Сумарна вартість на технічне обслуговування і ремонт гусеничної техніки $C_{ТОР}$ на ділянці напрацювання від початку введення в експлуатацію до проведення планового середнього ремонту визначається за виразом

$$C_{\text{ТОр}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{то}}} C_{\text{ТО}i} K_{\text{ув}} + \sum_{j=1}^{N_{\text{р}}} C_{\text{р}j} K_{\text{р}} \quad , \tag{4}$$

де $N_{ТО}$ – кількість номерних технічних обслуговувань; $N_Р$ – кількість проведених незапланованих ремонтів.

Тоді для удосконаленої системи технічного обслуговування і ремонту вираз (4) буде мати вигляд

$$C_{\text{ТОр}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{то}}} C_{\text{ТО}i} K_{\text{ув}} + \sum_{j=1}^{N_{\text{р}}} C_{\text{р}j} K_{\text{р}} + \sum_{l=1}^{N_{\text{кто}}} C_{\text{КТО}l} \quad , \tag{5}$$

де $C_{КТОl}$ – вартість l-го контрольно-технічного обслуговування; $N_{КТО}$ – кількість проведених контрольно-технічних обслуговувань.

Проведені дослідження показали, що виконання робіт контрольно-технічних обслуговувань зменшує кількість відмов гусеничної техніки, а відповідно і кількість поточних ремонтів на їх усунення, та кількість недоліків в технічному стані гусеничної техніки, які необхідно усунути перед початком виконання робіт номерного технічного обслуговування.

Розрахунки сумарної вартості технічного обслуговування і ремонту проведено для гусеничної техніки, яка експлуатувалася протягом року. В мирний час це гусенична техніка учбово-бойової групи експлуатації.

Результати розрахованих значень сумарної вартості технічного обслуговування і ремонту зразка гусеничної техніки за рік, залежно від терміну перебування його в експлуатації при існуючій системі технічного обслуговування і ремонту й удосконаленій наведені на рис. 2.

Проведені розрахунки сумарної вартості технічного обслуговування і ремонту показали, що для гусеничної техніки на базі Т-72, яка перебуває в безперервній експлуатації, запровадження удосконаленої системи технічного обслуговування і ремонту приведе до економії коштів на підтримання її в працездатному стані в розмірі 232,3–1751,7 грн. на рік залежно від терміну перебування в експлуатації, для техніки на базі Т-55 економія коштів складе 254,4–1887,7 грн. на рік.

Для гусеничної техніки, яка була зняті зі зберігання, розрахунки економії коштів від впровадження удосконаленої системи технічного обслуговування і ремонту проводились по витратах на проведення непланових поточних ремонтів.

Розрахунки усереднених витрат коштів на проведення поточних ремонтів на зразок гусеничної техніки, знятої зі зберігання, в перші 100 км експлуатації залежно від терміну перебування в експлуатації наведено на рис. 3.

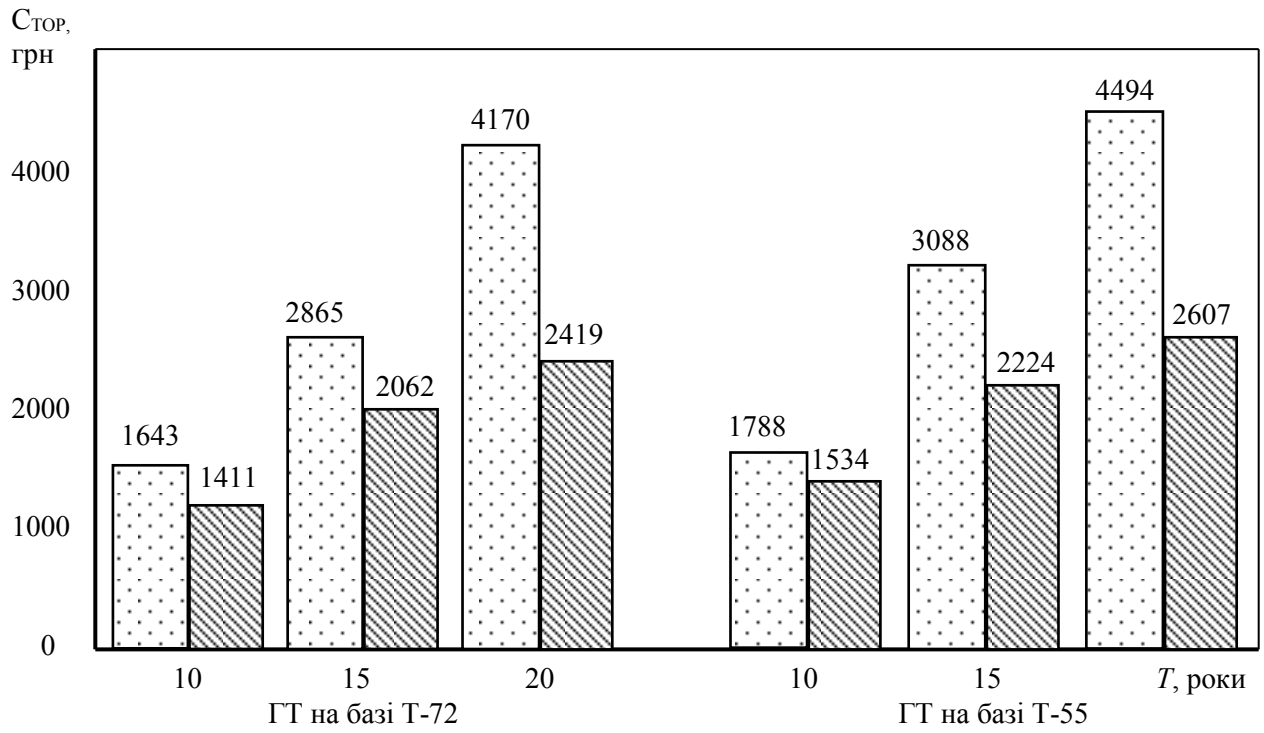


Рисунок 2 - Сумарна вартість технічного обслуговування і ремонту зразка гусеничної техніки за рік, залежно від терміну перебування його в експлуатації:

– існуюча система технічного обслуговування і ремонту;

– удосконалена система технічного обслуговування і ремонту

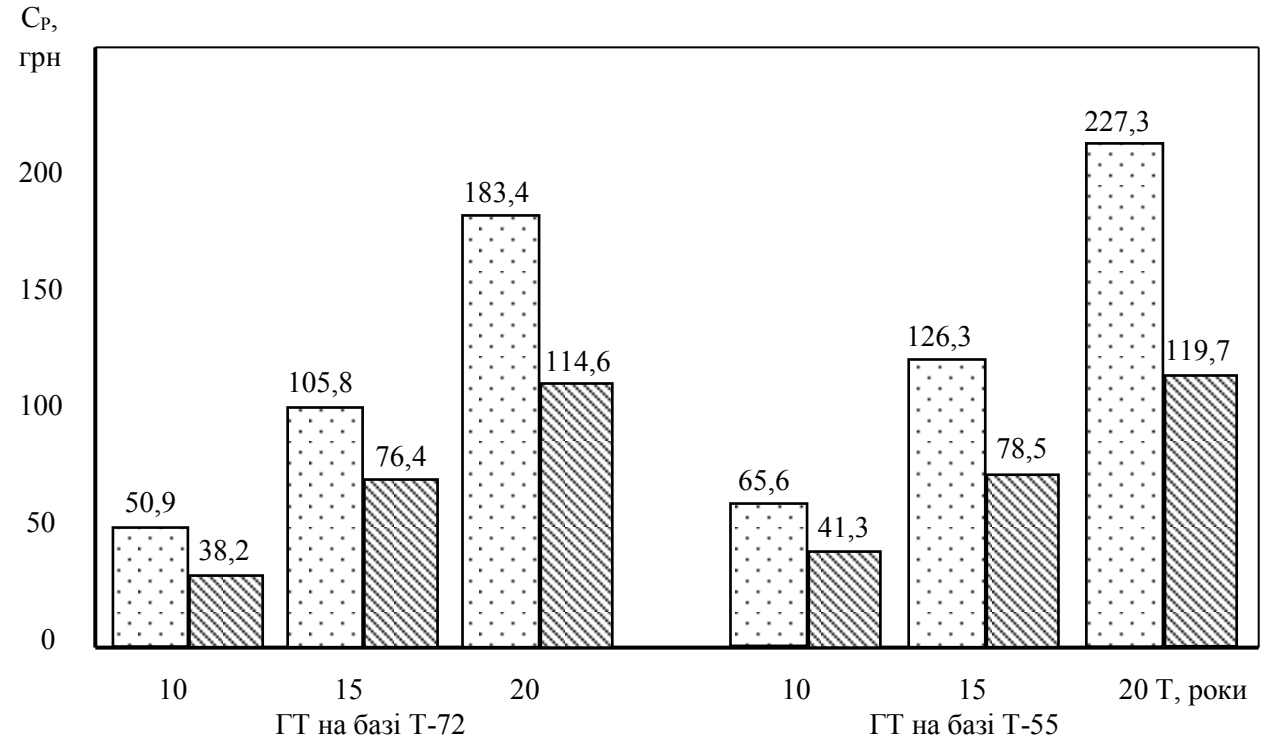


Рисунок 3 - Витрати на поточні ремонти зразка гусеничної техніки, знятої зі зберігання на перші 100 км напрацювання залежно від терміну перебування в експлуатації:

– існуюча система технічного обслуговування і ремонту;

– удосконалена система технічного обслуговування і ремонту

Аналіз результатів розрахунків показав, що для гусеничної техніки, знятої зі зберігання, на перших 100 км напрацювання економія коштів на поточні ремонти у разі впровадження удосконаленої системи технічного обслуговування і ремонту залежно від терміну перебування гусеничної техніки в експлуатації складе:

для батальйону, який має на озброєнні гусеничну техніку на базі Т-72, – 317,5–1720 грн;

для батальйону, який має на озброєнні гусеничну техніку на базі Т-55, – 607,5–2690 грн.

Таким чином, якщо взяти до уваги, що більша частина гусеничної техніки у Збройних Силах України перебуває в експлуатації більше 10 років, то кількість заощаджених коштів у разі запровадження рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту гусеничної техніки в практику буде доволі суттєвою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Організація експлуатації озброєння та військової техніки. К.: НАОУ. 1998 – 615 с.

2. Сисоєв О.О. Проблеми, тенденції і перспективи розвитку систем технічного забезпечення військ (сил) у війнах і збройних конфліктах кінця XX і початку XXI століття. / О.О. Сисоєв– К.: НАОУ. 2004. – 39 с.

3. Эксплуатация бронетанковой и автотракторной техники / Под ред. В.В.Голикова. - М.: Воениздат. 1988. – 368 с.

Зянько Володимир Віталійович – д.е.н., професор, завідувач кафедри Фінансів, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zank@ukr.net, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Поляков Павел Андрійович – аспірант, факультет менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail : Tedwy1987@gmail.com, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Zyanko Vladimir - Doctor of Economics, Professor, Head of Finance, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zank@ukr.net, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

Polyakov Pavel - postgraduate student, Faculty of Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: Tedwy1987@gmail.com, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

УДК 622.273

А.П. Поляков[1]
М.Ю. Миронюк[2]

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОДАЧІ ПАЛИВА ДИЗЕЛІВ ТА ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СКЛАД ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ З МЕТОЮ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

[1]Вінницький національний технічний університет
[2]Воєнно-наукове управління Генерального штабу Збройних Сил України

Анотація

Витрата палива в двигуні – один з головних параметрів ефективності його роботи. Він безпосередньо пов'язаний з механічним і хімічним недогорянням палива. Проведений аналіз сучасного стану проблеми діагностування техніко-екологічних показників дизелів транспортних засобів за складом відпрацьованих газів показав актуальність обраної теми дослідження.

Практична реалізація методів діагностування в умовах експлуатації автомобільної техніки і особливо оцінки паливно-економічних показників дизелів, а також технічного стану систем двигуна і паливної апаратури потребує сьогодні вирішення цілого ряду науково-технічних і методичних питань.

Ключові слова: діагностування автомобіля, паливна економічність, відпрацьовані гази, надійність.

Abstract

Fuel engine - one of the main parameters of efficiency. It is directly related to mechanical and chemical nedohorannyam fuel. The analysis of the current state of the problem of diagnosing technical and environmental performance of diesel vehicles on the composition of exhaust gases showed the relevance of the chosen research topic. Practical implementation of methods for diagnosing operating conditions in automotive technology and in particular assess fuel and economic performance of diesel engines and technical condition of the engine and fuel systems today requires a multitude of scientific, technical and methodological issues.

Keywords: vehicle diagnostics, fuel economy, exhaust gases, reliability.

Витрата палива в двигуні – один з головних параметрів ефективності його роботи. Він безпосередньо пов'язаний з механічним і хімічним недогорянням палива (рис. 1) і тому розробці методів діагностування в умовах експлуатації приділяється особлива увага дослідників.

Найбільш поширеними, в даний час, є методи оцінки витрат, засновані на безпосередньому вимірі маси (ваги) або обсягу палива, що витрачається двигуном за певний проміжок часу [1, 2]. Ці методи принципово прості і забезпечують достатню точність вимірювань, однак, їм властиві істотні недоліки, які роблять скрутним їх застосування в умовах рядовий експлуатації і, особливо в польових умовах. Це обумовлено застосуванням вагових пристроїв високого класу точності, мірних судин або іншого спеціального обладнання. Крім того, при застосуванні цих методів, двигун повинен бути переведений на живлення з мірних судин, що вимагає розбирання паливної системи.

Труднощі організації визначення витрати палива при експлуатації пояснюються також специфічністю процедур і умов вимірювання: досить широкий діапазон вимірюваної витрати (2...70 л/год), необхідність наявності громіздкого обладнання для забезпечення навантаження двигуна, значний перепад температур навколишнього повітря. Певні труднощі у вимірюванні витрати палива дизеля пов'язані з пульсуючим характером подачі паливоподкачиваючим насосом і нерівномірним рухом паливного потоку по трубопроводах.

Витрата палива дизеля може бути визначена також на виході з форсунок. На цьому принципі заснований, наприклад, паливовимірювач ГОСНИТИ КИ-4818, якій застосовується в даний час на пересувних діагностичних установках [2]. Він дозволяє вимірювати як повну об'ємну витрату палива, так і окремо по циліндрах. Але застосування його також вимагає розбирання системи паливоподачі високого тиску, що пов'язано з великими витратами часу, а при частому розбиранні, – зниженням надійності двигуна.

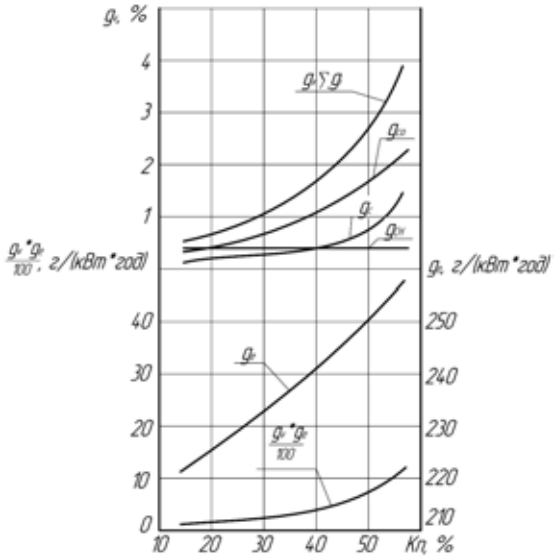


Рисунок 1 – Результати розрахунку недовикористання тепла при неповному згорянні палива:
g_{CH} – втрати за СН; g_{CO} – втрати за СО; g_C – втрати по сажі; $g_{сум}$ – сумарні втрати

Для цілей експлуатаційного контролю більш зручні методи непрямого вимірювання об'єму витраченого палива [2] шляхом:

- вимірювання швидкісного напору потоку палива або перепаду тиску на звужуючому пристрої (діафрагма, сопло);
- введення в потік палива трубок Вентурі або ротаметра;
- похитування палива через фіксовані мірні обсяги з підрахунком кількості прокачаної його доз електричним лічильником;
- введення в потік палива різного роду датчиків, які перетворюють його фізичні параметри (тиск, швидкість, магнітну проникність і т. д.) в електричні величини і подальшого їх вимірювання і т.д.

До останньої групи можуть бути віднесені витратоміри, засновані на принципі вимірювання тепловіддачі від нагрітих датчиків в потік палива і вихрові витратоміри. Так, існують пристрої, в яких спеціальний датчик з постійним підведенням теплоти омивається потоком палива в паливопроводі. При зміні кількості палива, що проходить через паливопровід за одиницю часу, змінюється температура датчика, що і фіксує його чутливим елементом – термоперетворювачем. Вихідним сигналом такого пристрою може служити, наприклад, зміна електричного опору термоперетворювача.

Відомі витратоміри, засновані на принципі зміни перепаду температур між двома термоперетворювачами, зміщеними по ходу потоку палива [2]. Проте, ці методи можуть відповідати вимогам оперативного контролю лише у разі постійного знаходження датчиків або мірних пристроїв в системі живлення двигуна. В іншому випадку їх установка не вимагає втручання в паливну систему.

Як показують результати досліджень значний економічний ефект в умовах експлуатації дає спосіб визначення витрати палива дизелів в режимі його вільного розгону без підключення двигуна до гальмової установки [2], оскільки це значно спрощує визначення показників паливної економічності двигуна в польових умовах.

У ГОСНИТИ був розроблений витратомір КИ-12371. Він призначений для вимірювання миттєвого і середнього значень об'ємної витрати палива в діапазоні від 2 до 70 л/год. При діагностуванні дизеля витратомір підключається в паливну магістраль двигуна між фільтром тонкого очищення палива і виходом підкачуючого насоса.

Максимальне значення витрати палива може визначатися в режимі вільного розгону двигуна з використанням ротаметричного диференційно-трансформаторного датчика типу РЕ, шляхом використання імітатора завантаження двигуна (дроселюванням впускного повітряного тракту двигуна) із застосуванням тахометричного датчика типу РЕ (КИ-12371 ГОСНИТИ).

Відомий спосіб визначення витрати палива[3], який заснований на вимірі витрати палива при розгоні з одночасним виміром кількості обертів вала двигуна на ділянках з різними подачами палива.

В процесі розгону тахометром вимірюється кількість обертів холостого ходу до повної подачі палива. Надалі відбувається розгін двигуна при повній подачі палива до моменту початку дії регулятора. В цей час вимірюють кількість обертів двигуна. Після початку дії регулятора подача палива зменшується від повної до мінімальної – при досягненні частоти обертання, що відповідає максимальним обертам холостого ходу. Частота обертання валу двигуна фіксуються при цьому тахометром числа обертів.

Велике поширення для автомобілів з бензиновими двигунами отримали прилади, що вимірюють об'єми палива і швидкість подачі палива [2]. Перевірка витрати палива може здійснюватися, наприклад, за допомогою найпростішого витратоміра палива НИИАТ-ІК-10, який монтується між карбюратором і паливним насосом. Відносна похибка вимірювання становить 1,5–2,0%.

Більш досконалими приладами є витратоміри безперервної дії – поршневі, мембранні та крильчасті. Витратомір палива ЛО-12 конструкції НИИАТ здійснює вимірювання з точністю ±1% та витратомір палива безперервної дії фотоелектричного типу К-457. Принцип дії витратоміра палива заснований на пропорційності витрати палива частоті обертання ротора. Межа виміру палива від 15 до 2000 $см^3$/хв. Похибка вимірювання ±2,5%.

Із зарубіжних зразків раніше були відомі переносні електронні витратоміри моделі Д-7102 фірми "Ромесс Рогг" (ФРН) [2]. Робота витратомірів заснована на перетворенні величини переміщення поплавця в електричні сигнали. Діапазон вимірювань до 50 л/год з точністю до 2%. Витратомір відноситься до приладів безперервної дії. Його установка на автомобіль займає не більше 5 хвилин.

На підставі аналізу можна зробити висновки про те, що розглянуті методи вимірювання витрати палива не можуть задовольнити повною мірою вимогам оперативного експлуатаційного контролю паливно-економічних показників, оскільки мають ряд істотних недоліків, основним з яких є необхідність часткового розбирання двигунів з втручанням у паливоподаючу систему. Це тягне за собою додаткові трудові витрати і зниження надійності паливної системи і всього двигуна в цілому, внаслідок можливого попадання повітря і інших сторонніх домішок в паливопроводи і порушення герметичності системи паливоподачі після розбирання.

З точки зору вирішення поставленої в роботі мети оперативної оцінки паливних показників, певний інтерес можуть представляти методи непрямого виміру паливних показників, що виключають втручання в систему паливоподачі. Діагностичними показниками, за якими можна було б непрямим чином проводити оцінку витрат палива двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ), є компонентний склад і димність відпрацьованих газів. Застосування методів оцінки технічного стану двигуна і паливної апаратури дизелів по димності і складу відпрацьованих газів є зручним з точки зору оперативності контролю.

При цьому, представляє певну доцільність поєднання аналізу технічного стану ДВЗ і паливної апаратури дизелів з контролем показників їх екологічної безпеки, наприклад, на станціях інструментального контролю технічного стану транспортних засобів. У разі такого поєднання знизяться витрати на діагностичні обладнання, оскільки засоби контролю токсичності відпрацьованих газів можуть дати, наприклад, і вихідну інформацію для визначення паливних показників двигуна.

Останнім часом все більш широке застосування для контролю паливної економічності, токсичності та димності відпрацьованих газів дизелів знаходить режим вільного прискорення. Вимірювання димності відпрацьованих газів на режимі вільного прискорення проводиться при десятикратному повторенні циклу зміни частоти обертання від мінімальної до максимальної швидким, але плавним натисканням педалі подачі палива до упору з інтервалом не менше 15 с. Вимір показників здійснюється в останніх чотирьох циклах за максимальним відхиленням даних вимірювання приладом.

Перевагою методу перевірки димності на режимі вільного прискорення є можливість роботи двигуна, хоч і короткочасно, на режимі повних навантажень в широкому діапазоні частоти обертання вала двигуна. Виконати вимірювання можна просто і швидко, відтворюваність режимів досить висока, проте вимірювання димності можуть забезпечити тільки прилади, що працюють на принципі просвічування відпрацьованих газів. Метод вільного прискорення при контролі димності дизелів широко застосовується як при контролі нових, так і тих, які перебувають в експлуатації двигунів транспортних засобів.

Істотний вплив на точність вимірювання діагностичних параметрів двигуна надає спосіб завдання режимів вільного прискорення. Інструкцією з діагностування дизелів приладом ІМД-Ц рекомендується режими вільного прискорення створювати вручну шляхом впливу оператора на

важіль керування паливоподачою. Така невизначеність у завданні закону впливу на важіль керування паливоподачою часто призводить до нестабільності результатів вимірювань діагностичних параметрів двигуна. Нестабільність результатів вимірювань кутового прискорення послідовних циклів вільного розгону двигунів транспортних засобів коливається в межах 5...7%. Існуючі пристрої для впливу на важіль управління паливоподачою при безгальмівному динамічному способі навантаження двигунів, виконавчий механізм яких може бути пневматичним, гідравлічним, електромагнітним або електромеханічним, дозволяють підвищити точність і зменшити нестабільність вимірювання параметрів двигунів при діагностуванні. До недоліків цих пристроїв слід віднести громіздкість обладнання, високі ударні навантаження на деталі регулятора паливного насоса, певні труднощі з встановлення часткових режимів за оборотами двигуна.

В останні роки широке застосування знаходить безгальмівний динамічний спосіб навантаження двигуна [3] при визначенні потужності, паливних і екологічних показників роботи ДВЗ. Однак, для підвищення точності і стабільності результатів вимірювань діагностичних параметрів при динамічному способі навантаження двигунів, необхідно обґрунтувати закон впливу на важіль керування паливоподачою, що гарантує роботу двигуна по зовнішній коректорній гілки регуляторної характеристики та розробити пристрій, що реалізує цей закон.

Аналіз літературних джерел показує, що питанням діагностування технічного стану ДВЗ за складом відпрацьованих газів приділяється значна увага. Робота присвячена дослідженню зв'язків основних регулювальних параметрів двигуна і паливної апаратури по вмісту токсичних компонентів і димності відпрацьованих газів [4].

У роботе [3] проведені дослідження по виявленню впливу зносу двигуна на викид токсичних речовин. В роботе [5] доводиться можливість застосування токсичності відпрацьованих газів в якості діагностичних параметрів граничного стану автомобільних двигунів. В окремих роботах розглядаються методичні питання діагностування двигунів з використанням аналізу складу відпрацьованих газів. Так, в роботах [6] наводяться відомості про діагностування технічного стану двигунів та відомості про діагностування циліндро-поршневої групи.

В останні роки в діагностичній практиці стали застосовуватися інструментальні методи, що дозволяють оцінювати за димностю і аналізу складу відпрацьованих газів ступінь завершеності окислювальних реакцій, і, отже, – паливної економічності двигуна. Найбільш близько до цього питання підійшли дослідники, що займаються оцінкою використання палива і повітря в робочому циклі двигуна за результатами аналізу складу відпрацьованих газів. Зазвичай така оцінка зводилася до визначення повітряно-паливного співвідношення (коефіцієнта надлишку повітря) [3].

Великий інтерес представляє метод визначення технічного стану двигуна за складом відпрацьованих газів і картерних газів, який є серйозним резервом розвитку безрозбірної діагностики ДВЗ в цілому і може являти собою систему діагностики деталей паливної апаратури і циліндро-поршневої групи. Дійсно, відпрацьовані і картерні гази двигунів несуть інформацію про технічний стан, наприклад, паливна апаратура, циліндро-поршневої групи, можуть побічно вказувати на ступінь теплової напруженості її окремих деталей.

По виходу оксидів азоту можна судити і про регулювання кута випередження паливоподачі, про температуру поршнів і головки блоку циліндрів, про ступінь збільшення нагару (щодо збільшення ступеня стиснення і виходу, внаслідок цього, підвищеної концентрації окислів азоту з відпрацьованими газами). За наявності підвищеного вмісту в картерних і відпрацьованих газах парів води можна визначити нещільності в деталях циліндро-поршневої групи і системі охолодження двигуна.

Діагностичними ознаками появи несправностей дизеля, пов’язаних з попаданням масла в камеру згоряння, є колір відпрацьованих газів, витрата мастила і значення надлишкового тиску газів у картері двигуна. Чорний колір відпрацьованих газів є показником нестачі повітря в паливній суміші; наявність синього або темно-синього відтінку у відпрацьованих газах свідчить про згорянні надлишкової кількості масла. Однієї з розповсюджених причин потрапляння останнього в камеру згоряння є знос поршневих кілець і втулок циліндрів, а також вироблення втулок клапанів і їх ущільнень.

Одним з ефективних способів визначення надмірної подачі палива є контроль температури відпрацьованих газів і величини розрідження у впускному колекторі в сталому режимі при повному навантаженні дизеля. Підвищена температура відпрацьованих газів вказує на зменшення коефіцієнта надлишку повітря. Температура відпрацьованих газів досить повно характеризує технічний стан дизеля і є легко контрольованим діагностичним параметром.

Для підвищення ефективності діагностування паливно-економічних властивостей автомобіля, а також зниження трудомісткості діагностування була досліджена принципова можливість та розроблено методику кількісної оцінки витрати палива за непрямими критеріями. В якості непрямих параметрів паливної економічності прийнятий аналіз складу відпрацьованих газів. Даний метод заснований на вимірюванні величин окремих компонентів продуктів згоряння, концентрація яких в значній мірі залежить від технічного стану двигуна і його систем, що впливають на повноту згоряння палива. Якісне уявлення про технічний стан двигуна і його систем дасть аналіз відпрацьованих газів на димлення, а також вміст CO, CO_2 і CH.

Використання окису вуглецю в якості непрямого параметра паливної економічності дозволяє легко автоматизувати процес діагностування автомобіля, а також контролювати викиди шкідливих речовин у продуктах згоряння на основних експлуатаційних режимах.

В основному така оцінка зводиться до визначення повітряно-паливного співвідношення (коефіцієнта надлишку повітря) в циліндрах двигуна, значення якого може бути визначено, виходячи з балансу основних компонентів складу палива і повітря.

Найбільшу точність при розрахунку паливних показників дизелів по складу відпрацьованих газів можуть дати залежності, що враховують зміст найбільш інформативних, з точки зору оцінки паливних показників, компонентів. Такими будуть ті компоненти, зміст яких найбільшою мірою зміниться при змінах навантажувального режиму дизеля. Для підвищення оперативності аналізу доцільно застосування залежностей, які дозволяють проводити розрахунки при наявності даних про вміст у відпрацьованих газах тільки одного з основних компонент. Бажано також наявність можливості введення в залежності коригувань, що дозволяють підвищити точність розрахунків при значній неповноти згоряння палива.

Проведений аналіз сучасного стану проблеми діагностування техніко-екологічних показників дизелів транспортних засобів за складом відпрацьованих газів показав актуальність обраної теми дослідження. Про це в повній мірі свідчить та обставина, що введені в дію стандарти, які рекомендують застосування результатів аналізу відпрацьованих газів для діагностики технічного стану ДВЗ і та [7].

Однак, практична реалізація методів діагностування в умовах експлуатації автомобільної техніки і особливо оцінки паливно-економічних показників дизелів, а також технічного стану систем двигуна і паливної апаратури, що чинять безпосередній вплив на показники екологічної безпеки, потребує сьогодні вирішення цілого ряду науково-технічних і методичних питань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О возможности и перспективах оценки экономических показателей дизеля с использованием анализа состава отработавших газов / А.В.Николаенко, О.И.Дёмочка, В.Н.Ложкин, В.М.Заводчиков в кн.: Современный уровень и пути совершенствования экономических и экологических показателей ДВС. - Ворошиловград, 1983. - 38 с.
2. Говорущенко И.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / И.Я.Говорущенко. - М.: Транспорт, 1990. - 135 с.
3. Sachse J. Verminderten KraftstoffVerbrauch vor Kraftfahrzeug - Dieselmotoren durch Einhaltung der Rauchgrenzwerte sowie durch andere zielgerichtete Abgasmapnamen / J.Sachse, M.Torgeю. Kraftfahrzeugtechnick. - 1981. JY° 10, S. 302 -306.
4. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г.Круглова. - М.: Машиностроение, 1983.-372 с.
5. Жегалин О.И. Снижение токсичности автомобильных двигателей / О.И.Жегалин, П.Д.Лупачев. -М.: Транспорт, 1985. - 120 с.
6. Monssavi M. The impacts of environmental legislation and vehicle emissions on the future of alternative fuels in the transportation industry / M.Monssavi, K.Hughes. / Transactions of the Nebraska Academy of Sciences. - 1992. - 19. - P. 1-6.
7. Simons W. Vergleich von Gleichungen zur Beschtimmung der lufthzahl bei Ottomotoren / W.Simons. Technische Uberprufung 24. - 1983. – JY№ 1. - S. 22 - 27.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри АТМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Миронюк Микола Юрійович – офіцер відділу організації випробувань озброєння та військової техніки Воєнно-наукового управління Генерального штабу Збройних Сил України, e-mail: усрех83@mail.ua, Україна, 21021, м. Київ, вул. Детярівська, 95.

Polyakov Andrey – professor, professor of ATM, Vinnytsia National Technical University, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

Myronyuk Nikolay - officer of testing weapons and military equipment Military Science Department of the General Staff of Ukraine, e-mail: усрех83@mail.ua, Ukraine, 21021, m. Kyiv, str. Detyarivska 95.

УДК 623.44

Ю.В. Булига

Способи нарізання стволів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті наведені методи нарізання стволів стрілецької зброї. Показані переваги та недоліки кожного з методів.

Ключові слова: шпалер, дорнування, ствол, нарізи ствола, стружка, ротаційне кування, термічна обробка.

Abstract

The article presents the methods of cutting of the barrels of small arms. It deals with the advantages and disadvantages of each method.

Keywords: trellis, broaching, barrel, cutting of the barrel, metal powder, rotary forging, heat treatment.

Нарізні стволи з'явилися понад 600 років тому, але, як не дивно, дуже багато принципів зброярства середньовіччя, актуальні і зараз. Змінилися технології, з'явилися нові методи контролю, нові сталі, але принцип роботи суперсучасного обладнання, контрольованого комп'ютером, такий же, як і у давнього верстата для нарізання каналу ствола, виготовленого майстром XV сторіччя.

Нарізання стволів

Метод отримання нарізів ствола зняттям стружки, є застарілим технологічним методом. Кожен наріз по одинці обробляється лезом інструменту, який називається шпалер, і за рахунок ступінчастого переміщення інструменту, прорізає до тих пір, поки не буде отриманий бажаний профіль. При цьому ствольна заготовка закріплена і обертається штанга шпалера, або навпаки, щоб отримати спіральні канавки. Метод нарізання шпалером існує вже більше ста років. Нарізання здійснюється на стволонарізному верстаті, який дозволяє точно виконувати бажаний крок нарізів, точно заздалегідь задавати глибину нарізів і при кожному проході точно відслідковувати наріз при кожному проході.

По закінченню здійснюється вигладжування грубих поверхонь притиром. Недоліком цього методу є те, що при нарізанні, розрізаються волокна матеріалу і, тим самим, порушується його внутрішня структура. При цьому, зрозуміло, страждає міцність (на стиск, розтяг, вигин, крутіння).

Дорнування (продавлювання і протягування) відноситься до методів холодного деформування без зняття стружки. Тут на верстаті з великим зусиллям продавлюють або протягують через нерухомо закріплену заготовку ствола з гладким отвором діаметром трохи менше калібру стрижень із твердого металу, так званий дорн з зовнішнім профілем, зворотним профілю каналу ствола. Дорн не тільки формує поля і нарізи, але і одночасно ущільнює матеріал і таким чином забезпечує помітно меншу шорсткість поверхні в порівнянні з традиційними методами обробки шляхом зняття стружки. Перед дорнованням, для зниження зусилля продавлювання поверхню необхідно ретельно хонінгувати, тому якістю поверхні вони майже не поступаються кованим стволам. Але після операції стволи часто необхідно правити - відновлювати прямолінійності осі каналу ствола.

Метод кування

При ротаційному куванні, методі холодного деформування без зняття стружки, підготовка здійснюється аналогічно дорнованню. Ротаційне кування можна розділити на два методи. Наприклад, австрійська фірма GFM GmbH Steyr, використовує метод «гідравлічного кування». При цьому, машини кують стволи вертикальними призматичними бойками, які працюють від гідроприводу, а ствольна заготовка обертається. Так як при цьому в багатьох випадках спільно виконується і патронник, то виникають великі ступені деформації відповідно з сильними напругами в матеріалі. Фірми Metalltechnik Menges GmbH і Heinrich Mueller Maschinenfabrik GmbH використовують метод «кування обертанням». Деформація здійснюється шляхом механічного впливу. При цьому бойки, які розташовані радіально, швидко обертаються навколо заготовки ствола, яка повільно обертається теж. При цьому обробка виконується при дуже малих ступенях деформації і використовується покращений метал з високою пластичністю, який пройшов спеціальну термічну обробку, і напружень в металі майже не виникає, що дозволяє відмовитись від заключної термообробки.

Виходить виключно гладка внутрішня поверхня, яка вимагає мінімальної подальшої обробки (якщо вимагає взагалі), і до того ж дуже стійка проти відкладень свинцю і міді, а також проти ерозії через малу шорсткість.

Електроерозійний метод

Зовсім іншими шляхами йдуть при використанні методів, що не належать ні до обробки різанням, ні до пластичної деформації. Вони використовуються, наприклад, для виробництва першокласних матчевих стволів для пістолетів, відомих під марками Briley і Nowlin. Але, у порівнянні з описаними вже методами, цей метод більш складний.

Сам процес обробки відбувається в середовищі, яке не проводить струм (найчастіше це масло або деіонізована вода). Він відбувається або у ванні, яка наповнена діелектриком, або ж оброблювану поверхню омивають зі шланга. Електрод підводиться до заготовки з невеликим зазором від 0,004 до 0,5 мм, до виникнення іскри, яка точково розплавляє матеріал і перетворює його в газ. В залежності від інтенсивності, частоти, тривалості, довжини, міжелектродного зазору і полярності розрядів виходить різне знімання металу. Вибір матеріалу електродів завжди залежить від оброблюваного матеріалу. Зазвичай, це мідь, латунь, графіт і мідні сплави (найчастіше з вольфрамом). Цей метод дозволяє виконувати навіть геометрично складні форми.

Обговорення методів виготовлення ствола

Який з названих методів найкращий щодо якості ствола? До цього дня навіть серед фахівців в області ствольної технології немає єдності щодо кращого методу виробництва стволів, оскільки кожен з цих методів має свої переваги і недоліки. При традиційному нарізанні потрібно більше металу, ніж це зазвичай необхідно, порушується структура металу і, тим самим, руйнується його фазова структура, що знижує міцність. Всі методи, які не використовують процес різання, економлять матеріал і час, крім того, ущільнюють і вигладжують поверхню, але завжди створюють в стволі більш або менш сильні, небажані напруги, які можна усунути, якщо нагріти ствол, а потім глибоко охолодити в рідкому азоті. А технологічні методи, що базуються на іскровий ерозії, часто дають грубу поверхню, особливо в довгих стволах, тому що через коливання напруги, що неодноразово виникають між інструментом і заготовкою, знімання металу відбувається нерівномірно. І потім ці нерівномірності необхідно усувати шляхом тривалих ручних операцій.

Ноу-хау різних виробників стволів дуже специфічні, найчастіше вони відпрацьовуються в процесі тривалих експериментів на фірмах, на які іноді витрачають багато років і, само собою зрозуміло, що у таких професіоналів із-за конкуренції на них стоїть печатка найсуворішої таємниці!

Булига Юрій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ybulyha@gmail.com, Україна, м. Вінниця, 21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, корпус №1, ауд. 1200

УДК 623.44

Ю.В. Булига
С.С. Аданніков

АК-47– репліка StG44: міф чи правда?

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Метою даного дослідження є визначення впливу німецької штурмової гвинтівки StG44 на створення автомата Калашникова зразка 1947-го року. У даній роботі розглядаються тактико-технічні характеристики штурмових гвинтівок АК–47 та StG–44, їх схожість та причетність німецького конструктора Гуго Шмайссера до створення АК–47.

Ключові слова: АК–47, StG44, Калашников, Шмайссер, самозарядна гвинтівка ZH-29, автомат Булкина ТКБ–415, автоматична гвинтівка Симонова.

Abstract

The aim of this study is to determine the effect of the German assault rifle StG44 to create Kalashnikov model 1947. This paper investigates the performance characteristics assault rifles AK–47, StG–44, their similarities and the involvement of German designer Hugo Schmeisser to create an AK-47.

Keywords: AK-47, StG44, Kalashnikov, Shmaisser, semi-automatic rifle ZH-29, machine gun Bulkin TKB-415, automatic rifle Simonov.

Автомат Калашникова – безсумнівно один з найкращих автоматів світу. Проте навколо його створення точиться багато гіпотез, зокрема й така, яка стверджує, що він був скопійований з німецької штурмової гвинтівки StG44. Так це чи ні, спробуємо сьогодні з'ясувати.

Порівнявши візуально АК-47 та StG44 на перший погляд може здатися, що вони однакові. Для того, щоб дійсно побачити чи відрізняються ці автомати розглянемо їх конструкції, але перед цим трохи історії створення StG-44.

StG44 – німецька штурмова гвинтівка 1944 року, розроблена в часи Другої світової війни. Перший автомат сучасного типу, який випускався масово. Створення цього автомата почалося в наслідок розробки фірмою Polte (Магдебург) проміжного патрона 7,92х33 мм для стрільби на дистанцію до 1000 метрів, у відповідності до вимог висунутих HWaA (Heereswaffenamt – Управління з озброєння вермахта). 18.04.1938 року HWaA заключило контракт з Гуго Шмайссером, власником фірми C.G. Haenel (м. Зуль, Тюрінгія), на створення нової зброї. Паралельно велась розробка і конкуруючою фірмою Walther. І вже в квітні 1942 року обидва зразки були представлені Гітлеру. Після випробування автомати обох компаній відправились на доробку. В листопаді 1942 року було продемонстровано MKb42(Haenel) із зміненим затвором. З листопада 1942 р по липень 1943 р було випущено 12000 автоматів Хаенеля. Автоматів Вальтера було випущено 200, оскільки вони були доволі складні для розбору-збору та дуже чутливі до бруду, в той чай як автомат Хаенеля був простий та не боявся фронтових забруднень. Оскільки виробництво автоматів Вальтера йшло помалу і автомати були технологічно складні, тому HWaA, попри гіршу збалансованість та вагу, віддало перевагу більш надійному автомату Хаенеля. Однак, натомість, було потрібно знову внести деякі зміни до конструкції, а саме:

- Замінити ударно-спусковий механізм на куркову систему Вальтера, яка була більш надійною;
- Змінити конструкцію шептала;
- Встановити флажковий запобіжник;
- Вкоротити трубку газової камери;
- Замінити отвори великого перерізу для виходу залишкових порохових газів із трубки газової камери на 7-мм отвори;
- Ввести технологічні зміни в затворі та затворній рампі з газовим поршнем;
- Зняти направляючу втулку зворотно-бойової пружини;
- Спростити конструкцію приклада.

На початку 1943 року назву MKb42(Haenel) замінили на MP 43A. Після фінальних доробок затвора та самої конструкції автомата, його можна було використовувати в парі з стандартним гранатометом для гвинтівок і названо MP 43. Після вдалих бойових випробувань цим автоматом почали озброювати всіх солдат. 6 квітня 1944 року MP 43 було перейменовано на MP 44, а в жовтні зброя отримала кінцеву назву SrG44. В загальній кількості було випущено 440000 тисяч екземплярів. Окрім C.G. Haenel в виробництві StG 44 таож приймали участь такі підприємства як Steyr-Daimler-Puch A.G., Erfurter Maschinenfabrik (ERMA) та Sauer & Sohn.

Тепер перейдемо до конструкції обох автоматів.

Автоматика StG 44 - газовідвідного типу з відведенням порохових газів через отвір в стінці ствола. Замикання каналу ствола здійснюється шляхом перекосу затвора у вертикальній площині. Перекіс відбувається шляхом взаємодії похилих площин на затворі і рамі затвора. Газова камора - без можливості регулювання. Заглушка газової камори з допоміжним штоком відкручується тільки при чищенні автомата. Стандартна вага пороху в патроні 7.92x33 «Kurz» - 1.57 гр. Газовий поршень зі штоком об'єднаний зі стеблом затвора.

Затворна ж група АК складається з рами затвора з газовим поршнем, безпосередньо затвора, викидача і ударника. Затворна група розташована в ствольній коробці «підвишано», переміщаючись за наявними в її верхній частині напрямних виступів як по рейках. Таке «підвішане» положення рухливих деталей в ствольній коробці з порівняно великими зазорами забезпечує надійну роботу системи навіть при сильному забрудненні. Затворна рама слугує для приведення в дію затвора та ударно-спускового механізму. Вона жорстко з'єднана зі штоком газового поршня, на який безпосередньо впливає тиск порохових газів, що відводять зі ствола, що забезпечує роботу автоматики зброї. Рукоятка перезаряджання зброї розташована праворуч і виконана одним цілим з рамою затвора. Затвор має близьку до циліндричної форму і два масивних бойових виступи, які при повороті затвора за годинниковою стрілкою входять в спеціальні вирізи ствольної коробки, чим досягається замикання каналу ствола перед пострілом. Крім того, затвор своїм поздовжнім рухом здійснює подачу чергового патрона з магазина перед пострілом, для чого в його нижній частині є виступ досилання. Також на затворі кріпиться механізм викидача, призначений для вилучення з патронника гільзи або патрона в разі осічки. Він складається з викидача, його осі, пружини і шпильки-обмежувача. Для повернення затворної групи в крайнє переднє положення служить поворотний механізм, що складається із зворотної пружини і напрямної, яка складається в свою чергу з напрямної трубки, напрямного стрижня і муфти, що входять в неї. Задня опора напрямного стрижня поворотної пружини входить у паз ствольної коробки і служить засувкою штампованої ствольної коробки. Маса рухомих частин АК - близько 520 грамів. Завдяки потужному газовому двигуну, вони приходять у заднє положення з високою швидкістю близько 3,5-4 м/с, що багато в чому і забезпечує високу безвідмовність роботи зброї, але знижує кучність бою за рахунок сильного струсу зброї і потужних ударів рухомих частин в крайніх положеннях.

Ударно-спусковий механізм StG44 має курковий тип. Спусковий механізм дозволяє вести одиночний і автоматичний вогонь. Перемикач вогню розташований в спусковий коробці, а кінці його виходять назовні з лівого і правого боків у вигляді кнопки з рифленою поверхнею. Для ведення автоматичного вогню перекидач потрібно перемістити зліва направо на букву «D», а для одиночного вогню - справа наліво на букву «E». Автомат забезпечений запобіжником від випадкових пострілів. Цей запобіжник типу прапорця знаходиться нижче перекидача вогню і в положенні у літери «F» блокує спусковий важіль. Зворотна пружина розташовується всередині прикладу, виключаючи тим самим можливість простого створення варіанту зі складним прикладом.

В АК, ударно-спусковий механізм також куркового типу, з обертовим на осі курком і П-подібною бойовою пружиною, виготовленої з потрійно крученого дроту. Спусковий механізм допускає ведення безперервного і одиночного вогню. Єдина поворотна деталь виконує функції перемикача режимів вогню (перемикача) і прапорця запобіжника подвійної дії: в положенні запобігання він замикає спусковий гачок, шептало одиночного і безперервного вогню і перешкоджає руху назад затворної рами, частково перекриваючи поздовжній паз між ствольною коробкою та її кришкою. При цьому рухомі частини можна відвести назад для перевірки патронника, але їх ходу недостатньо для досилання наступного патрона в патронник. Всі деталі автоматики і ударно-спускового механізму компактно зібрані всередині ствольної коробки, що грає, таким чином, роль і ствольної коробки, і корпусу ударно-спускового механізму.

Подача патронів StG44 здійснюється з окремого секторного дворядного магазину ємністю 30 патронів. Зазвичай магазини на 30 патронів споряджали 25 патронами через слабкість пружин, не завжди забезпечувалась нормальна подача патронів при повному завантаженні магазину.

Як і StG, АК має магазин коробчастого, секторного типу, дворядний, на 30 патронів. Складається з корпусу, стопорної планки, кришки, пружини і подавача. АК має магазини зі штампованими сталевими корпусами. Велика конусність гільзи 7,62-мм патрона зразка 1943 року зумовила їх незвичайно великий вигин, який став характерною рисою вигляду зброї. Магазини АК відрізняються високою надійністю подачі патронів, навіть при їх заповненні до максимуму. Товсті металеві «губки» у верхній частині забезпечують надійну подачу і довговічність при грубому поводженні з магазином. Вузол кріплення магазину доволі нескладний – магазин просто вставляється у вікно ствольної коробки, зачеплений виступом за його передній край, і фіксується засувкою.

Секторний приціл StG44 дозволяє вести прицільний вогонь на дальності до 800 м. Поділки прицілу нанесені на прицільній планці. Кожна поділка прицілу відповідає зміні дальності на 50 м. Проріз і мушка трикутної форми. На гвинтівці могли бути встановлені також оптичний і інфрачервоний приціли. При стрільбі чергами по мішені діаметром 11,5 см на дистанції 100 м більше половини попадань вкладалися в коло діаметром 5,4 см. Одним з головних недоліків StG 44 була його відносно велика маса - 5,2 кг для автомата з боєкомплектом, що на кілограм більше маси Mauser 98k з патронами і багнетом. Також невтішних відгуків заслужив незручний при стрільбі.

АК також оснащений прицілом секторного типу, з розташуванням прицільної колодки в середній частині зброї. Приціл проградуйований до 800 м, з кроком 100 м, крім того на ньому є поділка, позначена літерою «П», що позначає прямий постріл і відповідне дальності 350 м. Цілик розташований на гривці прицілу і має проріз прямокутної форми. Мушка розташована у дуловій частині ствола, на масивній трикутній основі, «крилами» якого вона вкрита з боків. Під час приведення автомата до нормального бою мушку можна закручувати / розкручувати для підвищення / пониження середньої точки попадання, а також пересувати вліво / вправо для відхилення середньої точки влучення по горизонталі.

Зустрічалися зразки MKb42 (H), як з кріпленням для багнета, так і без нього. Всі MKb42 і велика частина MP 43/1 забезпечувалися направляючими, призначеними для кріплення оптичного прицілу. Починаючи з MP 43/1 від кріплень для багнета відмовилися. MP 43/1 відрізнявся від MKb42 (H) головним чином конструкцією затвора, укороченим каналом відводу газів, зміненої мушкою, пістолетною рукояткою з запобіжником на лівій стороні вище селектора перемикача режиму ведення вогню. Два останніх відмінності характерні також для MKb42 (H) aufschießend.

В свою чергу АК також оснащувався штик-ножем клинкового типу, з двома лезами і долом. Проаналізувавши конструкції, можна сказати, що автомати доволі схожі, хоч і мають розбіжності в затворі та ствольній коробці. Можна було б стверджувати, що АК-47 створювався без всякого впливу StG–44, як би не той факт, що з 15 липня 1943 року розпочалось вивчення трофейного німецького автомата MKb42(H) (прототип майбутнього StG44). В екстреному режимі починається розробка перехідного патрона в СРСР і вже в листопаді 1943 року Н.М. Єлизаров та Б.В. Сьомін сконструювали перехідний патрон калібром 7.62х41 мм, який згодом було перероблено, в наслідок чого калібр змінився на 7.62х39 мм. Креслення патрона було розіслане по конструкторським бюро, які прймали участь в розробці нового комплексу зброї. Незабаром, в 1944 році по результатам випробувань до подальшої доробки був відібраний автомат АС-44. Він був допрацьований і випущений невеликою серією. Після воєнних вопробувань автомат отримав схвальні відгуки, проте армійське керівництво настояло на зменшенні кількості зброї.

Проте раптова смерть Судаєва перериває хід робіт над цим зразком, тому 1946 року проводиться ще один тур випробувань, до якого включають М.Т. Клашникова. В листопаді 1946 року його автомат було одобрено і через місяць, в місті Коврові випущено перший варіант автомата Кашникова, АК-46. В свою чергу АК-46 має доволі схожі характеристики до тієї ж StG–44 та ТКБ–415. Після випробувань вирішується відправляти АК-46 на доробку. Калашников та Зайцев переробляють автомат і незабаром знову їдуть на його випробування. На них було представлено ті ж самі КБП-520, ТКБ-415 та новий автомат КБП-580.

В результаті випробувань було встановлено, що ні один зразок не задовольняв тактико-технічні характеристики в повному обсязі, проте обирають автомат маловідомого Калашникова для масового виробництва. 1947 року він відправляється в Кіров, для постановки зброї на масове виробництво.

В цей час в Іжевську працює Гуго Шмайссер, якого в 1946 року в примусовому порядку вивезли на Урал, разом із усіма німецькими фахівцями у галузі військової техніки. Достеменно невідомо чи були причетні німецькі конструктори до розробки АК-47, проте їх схожість заперечити важко.

Так, багато хто може заперечити і сказати що Калашников створив новий спосіб затвору ствола за допомогою поворотного механізму, проте чомусь ніхто не згадує, що паралельно з Шмайссером і його MKb42(H) паралельно створювалася MKb42(W) Вальтера, де і був застосований цей спосіб затвору ствола.

Проаналізувавши наведену вище інформацію можна зробити висновок, що АК-47–це далеко не самостійна розробка Калашникова. Це автомат, який створено величезною працею німецьких та радянських конструкторів, і все відношення яке має до створення цього автомата Михайло Тимофійович, це лише спільне прізвище Калашников, і не більше.

Булига Юрій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ybulyha@gmail.com, Україна, м. Вінниця, 21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, корпус №1, ауд. 1200

Аданніков Сергій Сергійович – студент групи 1АТ-14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at.14b.b.adannikov@gmail.com

УДК 621.793.79

О.Л. Гайдамак
В. М. Тарасюк

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО МЕТАЛІЗАТОРА ТА УСТАНОВКИ З ЧПК ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено пристрій для нанесення покриття, а саме електродуговий металізатор. Для автоматизації процесу відновлення деталей спроектовано установку з числовим програмним керуванням, яка забезпечує високу якість покриття, безпечні та комфортні умови праці.

Ключові слова: електродуговий металізатор, відновлення деталей, автоматизація напилення.

Abstract

The aim of this work is to develop the coating device, such as electric metallizer.

To automate the process of restoration parts designed setting of numerical control, which ensures high quality coating, safe and comfortable working conditions.

Keywords: electric-metallizer, restoration parts, automation spraying.

Завдяки відновлюванню деталей зменшуються затрати часу та коштів і зникає необхідність в виготовлені нової деталі чи її купівлі. Відновлення деталей дозволяє зекономити велику кількість сировини. Так як на наш час ціна металу досить висока то процес відновлення скорочує дані витрати. Також зменшуються витрати на обробку зношених деталей, так як відновлюються певні поверхні чи дефекти, при відновлені яких використовується набагато менше технологічних операцій, а ніж при виготовлені нової деталі. За визначенням відновлення зношених деталей – це складний організаційно-технічний процес при якому, на відміну від виробництва деталей, в якості заготовки використовують зношену, але вже сформовану деталь.

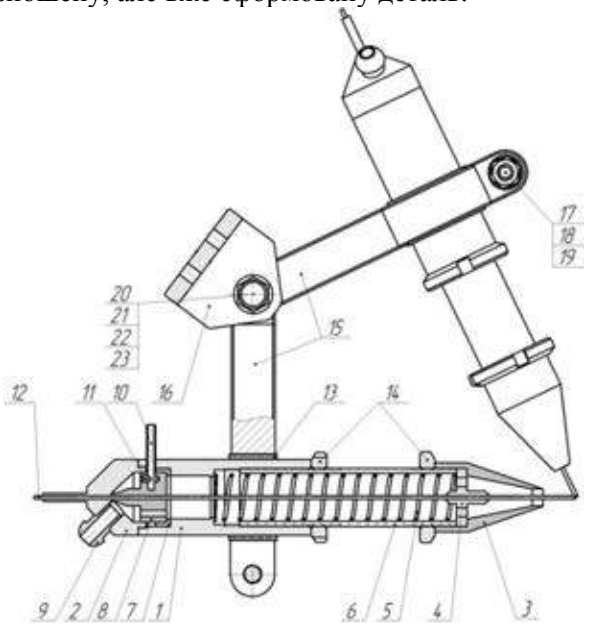


Рис. 1. Електродуговий металізатор
1 – корпус, 2 – задня кришка, 3 – сопло, 4 – направляюча, 5 – теплообмінна спіраль, 6 – телескопічна направляюча, 7 – ізолююча прокладка, 8 – струмознімач, 9 – ніпель, 10 – струмопідвід, 11 – стопорний гвинт, 12 – дріт-електрод, 13 – капронова втулка, 14 – гайка, 15 – тримач, 16 – кронштейн.

Одним з найбільш ефективних методів відновлення зношених поверхонь деталей є електродугова металізація. Для здійснення процесу нанесення покриття було розроблено конструкцію металізатора показану на рисунку 1.

Електрометалізатор складається з корпусу 1, з вмонтованою в нього телескопічною камерою підігріву 6 для підігріву повітря дротами-електродами 12. У внутрішній циліндричній частині камери підігріву 6 розміщена теплообмінна спіраль 5, виконана у вигляді шнека, через внутрішні отвори, якої, проходить дріт-електрод. Довжина камери підігріву фіксується гайками 14. Один кінець теплообмінної спіралі 5 закріплений на внутрішній частині напрямної 4, а інший кінець на внутрішній частині камери підігріву 6 через ізолюючу прокладку. На вільний кінець корпуса камери підігріву 6 нагвинчений керамічний ковпачок 3, що фіксується гайкою 14, і встановлена направляюча 4, виконана із твердого сплаву. В задній частині розміщений струмопідвід для підведення струму до дроту-електрода. Для підведення повітря в задню кришку 2 вмонтований ніпель 9.

Електрометалізатор працює наступним чином: дроти-електроди 12 заправляються через задню кришку 2, струмопідвід 8, теплообмінну спіраль 5, направляючу 4. Через штуцер 9 подається повітря або інший газ. Струм до електродів подається через струмопідвід 8, який розташований на відстані не менше 200 мм від електричної дуги, тому дріт на дистанції від місця плавлення до струмопідводу 8 нагрівається до 400-600ºС. Повітря через ніпель 9, і струмознімач 8 потрапляє в камеру підігріву, нагрівається від теплообмінної спіралі 5 до високих температур і виходить через кільцеве сопло. Камера підігріву 3 виконана телескопічною. Це дає можливість збільшувати розміри камери і регулювати величину підігріву повітря в камері.

Нагрів повітря в камері нагріву залежить від сили струму, що проходить через дріт, витрати повітря та швидкості подачі дроту. Сила струму може змінюватися в межах 100-1000 А, витрата повітря 0,5-1,5 $м^3$/год і швидкість подачі дроту 5-20 м/хв. Збільшення сили струму, що проходить через електроди, підвищує температуру і швидкість повітряного потоку на виході з сопла [1].

З метою автоматизації процесу розроблено установку з ЧПК (рис. 2), яка складається з обертача деталі та приводів переміщення металізатора. Для розрахунку та вибору виконавчих механізмів установки з ЧПК застосували програму Positioning drives компанії Festo. Вибравши усі механізми створили рамну конструкцію яка забезпечила задане взаємне розташування всіх механізмів. Для створення рамної конструкції використали профільний металопрокат, а саме кутник ГОСТ 8240–79 №8, Конструкція рами зварна. Зварка електродугова за ГОСТ 5264–80.

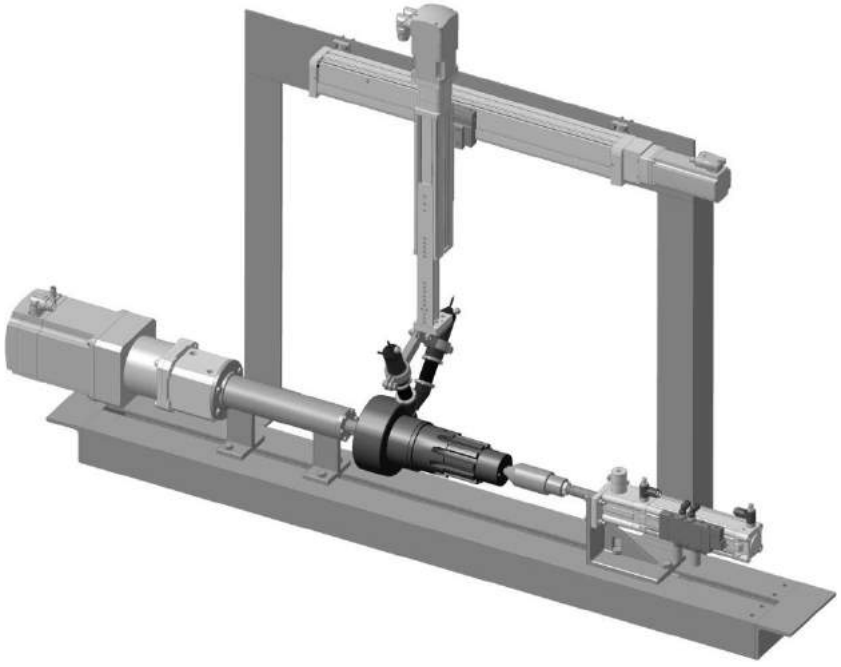


Рис. 2. Установка з числовим програмним керуванням.

Розроблена установка призначена для нанесення покриття на деталі типу вал, та інші подібні деталі довжиною не більше 500 мм, та діаметром до 200 мм.

Отже, в роботі розроблено електродуговий металізатор для відновлення деталей та установку для автоматизації нанесення покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авторское свидетельство 1624774 СССР кл В 05 В 7/22 Электродуговий проволочний металлизатор / Похмурський, М. М. Студент, В. С. Пих, Б. Е. Глибовицький, Я. В. Серивка. Заявитель Львовский филиал ЦКБ «Союзэнергоремонт» 08.06.1987
2. www.FESTO.COM.UA

Гайдамак Олег Леонідович - доцент кафедри ТПЗ, Вінницький національний технічний університет, e-mail vntu111@gmail.com, тел. +380682104040, Україна, 21018, м. Вінниця, вул.Марії-Литвиненко-Вельгімут 24, кв.12.

Тарасюк Володимир Миколайович – студент групи 1ЗВ-16М, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vova.tarasyuk.94@mail.ru, тел. +380632349036, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Інтернаціоналістів буд. 5.

Gaidamak Oleg Leonidovuch -docent , Vinnytsia National Technical University, e-mail : vntu111@gmail.com, tel. +380682104640, Ukraine, 21018, Vinnytsya, Marii Lutvunenko-Velgimyt str.24/12.

Tarasyuk Volodymyr Mukolaevich - *student group 1ZV-16M, department of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vova.tarasyuk.94@mail.ru, tel. +380635908757, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, vul. Internationalist. 5.*

УДК 621.77.014

Ю.О. Слободянюк[1]
Р.С. Ткаченко[2]

ФЕНОМЕНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЗМІЦНЕННЯ МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ В ПРОЦЕСІ ЇХ БАГАТОСТУПІНЧАСТОГО ВОЛОЧІННЯ

[1]ПАТ «ПлазмаТек»
[2] ВВПУ ЛДУБЖД

Анотація

Отримана феноменологічна модель зміцнення маловуглецевого зварювального дроту марок G3Si1 і Св-08Г2С в процесі їх багатоступеневого волочіння, що встановлює залежність коефіцієнтів кривої зміцнення (модуля зміцнення та показника зміцнення) від інтегральної деформації витягування.

Ключові слова: крива зміцнення, зварювальний дріт, модуль зміцнення, показник зміцнення, феноменологічна модель.

Abstract

The obtained phenomenological model of hardening low-carbon welding wire of the grades G3Si1 and Sb08-G2S in the process of multistage drawing establishes dependence of the hardening curve coefficients (hardening index and hardening modulus) on the integral tensile strain.

Keywords: hardening curve, welding wire, drawing, hardening modulus, hardening indicator, phenomenological model.

Вступ

В процесі волочіння метал знаходиться в умовах складного немонотонного навантаження, що супроводжується інтенсивним наклепом та утворенням текстури [1]. В роботі [2] досліджено вплив кількості проходів, ступеня витягування та інших величин на стандартні механічні характеристики – границю міцності, границю текучості, відносне видовження після розриву. Відмітимо, що ці характеристики безпосередньо пов'язані з фундаментальними властивостями металу – його кривою зміцнення, діаграмою пластичності та іншими функціями, які в сукупності складають карту метала для процесу холодного пластичного деформування [3]. Залежності між вихідними характеристиками металу та характеристиками, які формуються при волочінні, спираючись тільки на відомості про стандартні механічні характеристики, хімічний склад, тощо не знайшли належного відображення в літературі.

Метою роботи є пошук феноменологічних зв'язків між коефіцієнтом витягування та параметрами кривої зміцнення маловуглецевої сталі зварювального дроту в процесі його багатоступінчастого волочіння.

Результати дослідження

В даній роботі експериментальному дослідженню підлягали зразки дроту на різних етапах волочіння за виробничими маршрутами. Побудову кривої зміцнення та визначення механічних характеристик металу дроту здійснювали шляхом проведення випробувань на розтяг на розривній машині Р5М, яка має свідоцтво про метрологічну повірку. Робоча довжина зразків становила 200 мм.

Для дослідів використовувались зразки катанки різних партій (в стані постачання), зразки напівфабрикату дроту діаметрів 2,5 та 2,0 мм та зразки готового обмідненого зварювального дроту діаметрів 0,8; 1,0; 1,2 та 1,6 мм

В результаті експериментів встановлено, що криві зміцнення як вихідного матеріалу катанки, так і дроту після волочіння, слідують двопараметричному степеневому закону зміцнення за П. Людвігом [4] із коефіцієнтом детермінації не менше 0,95. Для вихідного матеріалу (катанки в стані постачання)

$$\sigma_i = A_0 e_i^{n_0}, \qquad (1)$$

де A_0, n_0 – коефіцієнти апроксимації – модуль та показник зміцнення недеформованого металу.

Статистична обробка отриманих даних виявила характерні апроксимуючі функції параметрів *A* та *n* від коефіцієнта витягування $\ln \mu$.

Модуль зміцнення –

$$A = A_0 \cdot \exp(k \cdot \ln \mu), \tag{2}$$

де *k* – коефіцієнт апроксимації.

Показник зміцнення –

$$n = n_\infty + (n_0 - n_\infty) \cdot a^{\ln \mu}, \tag{3}$$

де n_∞, a – коефіцієнти апроксимації.

Кінцева феноменологічна модель опису кривої зміцнення після кожного проходу через волоку набуде вигляду

$$\sigma_i = A_0 \cdot \exp(k \cdot \ln \mu) \cdot e_i^{n_\infty + (n_0 - n_\infty) \cdot a^{\ln \mu}}. \tag{4}$$

Висновки

Отримана модель дозволить за результатами випробувань катанки в стані постачання розрахувати криву зміцнення, показники міцності та пластичності металопродукції. Якщо шукані показники не будуть відповідати вимогам стандартів, то необхідно провести операції, які змінять вихідні властивості металу (наприклад, здійснити відпал).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cetinarslan, C. S. Tensile properties of cold-drawn low-carbon steel wires under different process parameters / C. S. Cetinarslan, A. Guzey // Materiali in tehnologije. Materials and technology. – 2013. – Vol. 47, Issue 2. – Pp. 245-252.

2. Jokovic, Ž. Optimization of *a* cold wire drawing technological process / Ž.Jokovic, N. Djapic // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2015. - Vol. 50, Issue 5. – Pp. 653-660.

3. Грушко О. В. Феноменологічні аспекти створення карт матеріалів для процесів холодного пластичного деформування / О. В. Грушко // Обработка материалов давлением : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2013. – № 1 (34). – С. 85–95. – ISSN 2076-2151.

4. Людвиг П. Основы технологической механики // Расчеты на прочность: сборник научных трудов. – М.: Машиностроение, 1970. – Вып. 15. – С. 130–166.

Слободянюк Юлія Олегівна – інженер-технолог, ПАТ «ПлазмаТек», м.Вінниця, e-mail: juliya_slobodyanyuk@mail.ru

Ткаченко Руслан Станіславович – викладач науково-методичного відділу ВВПУ ЛДУБЖД, м.Вінниця

Науковий керівник ***Грушко Олександр Володимирович*** – д.т.н., проф., професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grushko_alex@mail.ru.

Slobodyanyuk Yuliya O. – processing engineer, PJSC PlasmaTec, Vinnitsa, e-mail: juliya_slobodyanyuk@mail.ru.

Tkachenko Ruslan S. – teacher scientific and methodological department VVPU LDUBGD, Vinnitsa

Supervisor: ***Grushko Olexandr V.*** - Dr. Sc., Professor of materials resistance and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: grushko_alex@mail.ru.

УДК 531.2

В. В. Охов

Особливості розв'язання задач на стійкість тіл, які спираються на площину

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі визначено значення противаги, яка забезпечує стійке положення крана в момент підняття максимального вантажу та перевірено стійкість крана в положенні без вантажу за допомогою рівнянь рівноваги.

Ключові слова: стійкість, кран, рівняння рівноваги.

Abstract

In this work, a value of counterweight that ensures a stable position of the crane at the time of lifting the maximum load is estimated and the stability of the crane in position without load is tested, using equilibrium equations.

Keywords: the stability, the crane, equilibrium equations.

Метою роботи є визначення противаги Q, яка забезпечує стійке положення крана в момент підняття максимального вантажу при коефіцієнті стійкості $k = 1{,}5$. Перевірити також стійкість крана в положенні без вантажу (рис. 1).

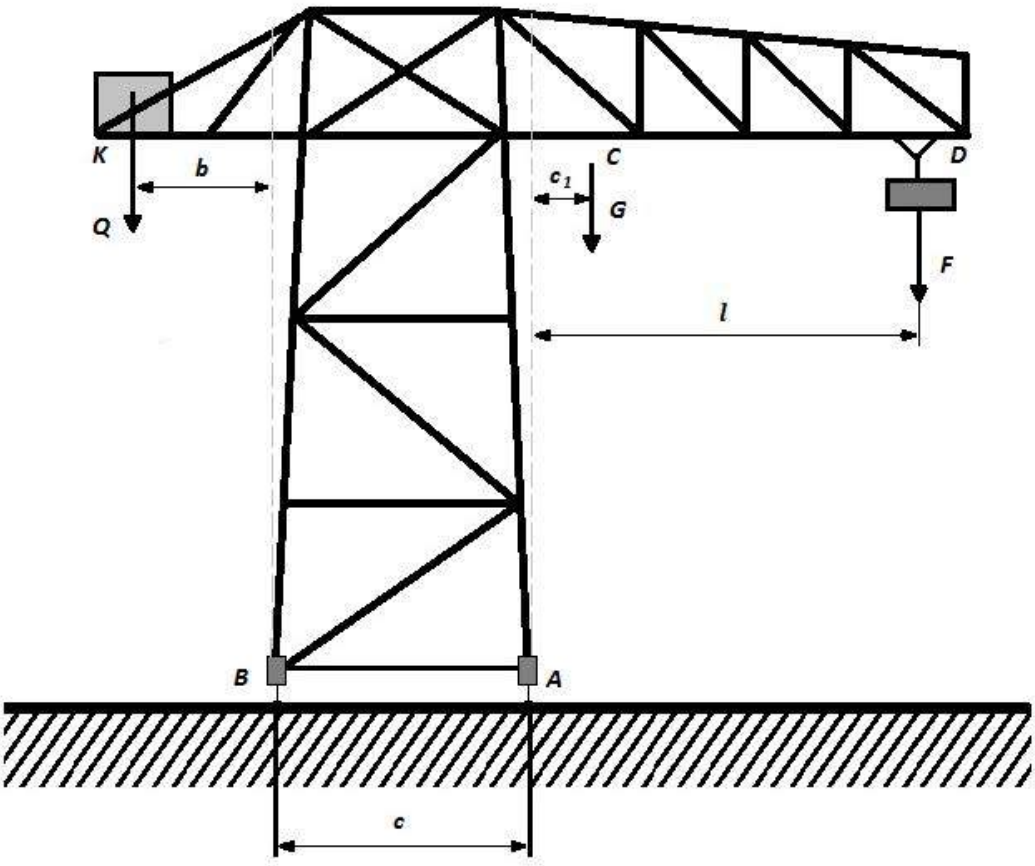


Рисунок 1 – Кран з прикладеними до нього силами

Кран без противаги має вагу G = 500 кН, діє на відстані c_1 = 1,5 м від вертикалі правої рейки, піднімальна сила кранового візка F = 250 кН, його проліт l = 10 м; відстань між рейками c = 6 м. Противагу розміщено на відстані b = 3,75 м від вертикалі лівої рейки.

При розв'язанні подібних задач в розділі статика [1 – 3] необхідно розглянути рівновагу крана і всі сили, які до нього прикладені.

1) Оскільки під час підняття вантажу кран може перекинутись відносно рейки ***A***, то необхідно скласти рівняння рівноваги і розрахувати перекидний момент відносно рейки ***A***:

$$M_{пер} = F{\cdot}AD + G{\cdot}AC = 250{\cdot}10 + 500{\cdot}1,5 = 3250\ кН{\cdot}м$$

$$M_{ст} = Q(b+c) = Q(3,75+6) = 9,75Q\ кН\cdot м.$$

Нам відомо, що $k = \frac{M_{cm}}{M_{пер}} = 1,5.$

Тоді, $M_{ст} = k{\cdot}M_{пер}$

$9,75Q = 1,5 \cdot 3250.$

Відповідно: $Q = \frac{1,5 \cdot 3250}{9,75} = 500\,кН.$

2) Враховуючи те, що у ненавантаженому положенні кран може перекинутися відносно рейки ***B***, визначимо перекидний момент:

$M_{пер} = Q{\cdot}KB = 500 \cdot 3,75 = 1875\ кН{\cdot}м.$

Отже, $M_{ст} = G(AC+AB) = 500 \cdot 7,5 = 3750\ кН \cdot м.$

Коефіцієнт стійкості, відповідно:

$$k = \frac{M_{cm}}{M_{пер}} = \frac{3750}{1875} = 2,0 > 1,5$$

Отже, значення противаги Q, яке забезпечує стійке положення крана в момент підняття максимального вантажу при коефіцієнті стійкості k = *1,5*, має бути *500 кН*. Стійкість крана в положенні без вантажу забезпечено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
2. Федуліна А.І. Теоретична механіка: Навч. посіб. / Федуліна А.І. – К. : Вища шк., 2005. – 319 с. : іл.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.1. Статика и кинематика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [8-е изд. перер.]. – М. : Наука, 1984. – 504 с.

Охов Владислав Володимирович – студент групи 1ЕМ-15б, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: ***Кириця Інна Юріївна*** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Ohov Vladislav V. – student gr. 1EM-15b, Department of Electromechanics and Electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: ***Kyrytsya Inna Y.*** - PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.

УДК 531.2

О. Р. Ємельянов
В. Е. Ковтун

Особливості розв’язання задач на рівновагу збіжної системи сил

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В роботі за допомогою рівнянь рівноваги збіжної системи сил визначено необхідну товщину стіни, яка потрібна для того щоб витримати тиск земляного насипу.
Ключові слова: тиск земляного насипу, рівняння рівноваги, збіжна система сил.

Abstract
In this work, the required thickness of the wall, which is necessary in order to withstand the pressure of earth embankment is determined, using equilibrium equations convergent system of forces.
Keywords: the pressure of earth embankment, equilibrium equations, convergent system of forces.

Метою роботи є визначення необхідної товщини стіни, яка потрібна для того, щоб витримати тиск земляного насипу, взявши до уваги те, що стіна повинна бути розрахована на перекидання навколо ребра А (рис. 1).

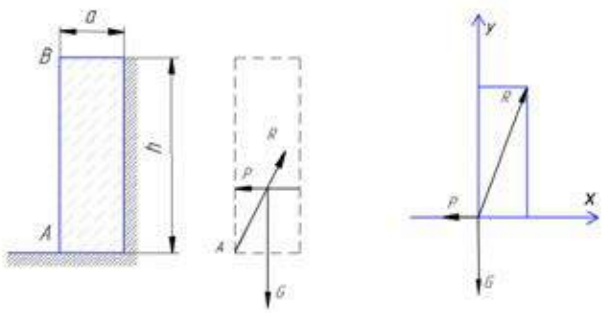


Рисунок 1 – Кам’яна стіна з прикладеними до неї силами

Земляний насип підпирається вертикальною кам’яною стіною АВ. Знайти необхідну товщину стіни *a*, припускаючи, що тиск землі на стіну направлений горизонтально, та прикладений на 1/3 її висоти і рівний 6 тон на метр довжини стіни; питома вага кладки *2 Т/м*^{3} (рис. 1).

Для того щоб розв’язати цю задачу нам необхідно розглянути рівновагу кам’яної стіни *AB* і всі сили, які до неї прикладені.

1) Вага *G* стіни, прикладена в її центрі ваги, направлена вертикально донизу і рівна добутку об’єму стіни на питому вагу кладки. Позначимо висоту, довжину і ширину стіни в метрах відповідно *h*, *l* і *a*. Питома вага кладки *2 Т/м*^{3}, відповідно:
$$G=2hla .$$
2) Тиск *P* земляного насипу, прикладено на 1/3 висоти стіни та направлено горизонтально від насипу до стіни, і дорівнює в тонах:
$$P=6l .$$
3) Реакція *R* опори. При розв’язанні подібних задач, які називаються *задачами на перекидання* [1 – 3], потрібно мати на увазі, що реакція в’язі буває тільки в тій опорі, навколо якої перекидається тіло, реакції ж в’язей в опорах, в яких зв'язок порушиться при перекиданні тіла, дорівнюють нулю.

Визначивши точку прикладення реакції опори, знайдемо напрямок реакції. Стіна знаходиться в рівновазі під дією трьох сил, а відповідно, лінії дії всіх трьох сил повинні перетинатися в одній точці,

тому реакція опори направлена під кутом α до горизонтальної осі, причому:

$$\tan\alpha = \frac{h}{3} : \frac{a}{2} = \frac{2h}{3a}.$$

Проектуючи всі прикладені до стіни сили на горизонтальну та вертикальну вісі (рис. 1) і прирівнюючи до нуля суми проекцій, знайдемо:

$$\sum Fx = 0;\ R\cos(\alpha) - 6l = 0;\ R\cos(\alpha) = 6l \quad ; \tag{1}$$

$$\sum Fy = 0;\ R\sin(\alpha) - 2hla = 0;\ R\sin(\alpha) = 2hla \quad . \tag{2}$$

Із формули (2) виражаємо *a*:

$$a = \frac{R\sin(\alpha)}{2hl}. \tag{3}$$

Із формулы (1) виражаємо *R*:

$$R = \frac{6l}{\cos(\alpha)}. \tag{4}$$

Підставивши формулу (4) в формулу (3) ми отримаємо:

$$a = \frac{6l\sin(\alpha)}{2hl\cos(\alpha)} = \frac{3tg(\alpha)}{h}. \tag{5}$$

Оскільки, $\tan\alpha = \frac{h}{3} : \frac{a}{2} = \frac{2h}{3a}$,

тоді

$$a = \frac{3\cdot 2h}{3ah} = \frac{2}{a}. \tag{6}$$

$$a = \sqrt{2} = 1{,}41 \quad \text{м.}$$

Отже, найменша товщина стіни має бути 1,4 м. Чим товще стіна, тим стійкіше її рівновага. При значені *a*, меншому від знайденого нами, сили не перетнуться в одній точці і рівновага буде не можливою, стіна перекинеться.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
2. Гернет М.М. Курс теоретической механики / Гернет М.М. – [2-е изд. перер. и доп.]. – М. : Высш. школа, 1970. – 440 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.1. Статика и кинематика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [8-е изд. перер.]. – М. : Наука, 1984. – 504 с.

Ємельянов Олег Ростиславович – студент групи 2ЕМ-15б, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ковтун Владислав Едуардович – студент групи 1ЕМ-15б, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: ***Кириця Інна Юріївна*** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Emelyanov Oleg R. – student gr. 2EM-15b, Department of Electromechanics and Electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Kovtun Vladislav E. – student gr. 1EM-15b, Department of Electromechanics and Electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: ***Kyrytsya Inna Y.*** - PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.

УДК 531

Назаренко М. В.
Молодецька Т. І.

Парадокси тертя, гальмівна колодка і колесо

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація. *Розглянуто парадокси тертя між гальмівною колодкою і колесом. Вказано на проблему відриву гальмівної колодки від колеса, при великому моменті.*
Ключові слова: парадокс, тертя, гальмівна колодка, колесо.

Abstract. *Considered paradoxes of friction between the brake pads and wheel. Specified on the issue of separation of brake pads on wheels, with a large moment.*
Keywords: paradox, friction, brake pads, wheel.

Загальна характеристика тертя

В оточуючому нас світі дуже часто доводиться спостерігати зіткнення різних тіл. Ці зіткнення, як правило, супроводжуються значною зміною їх швидкостей. При цьому, як правило, зміна швидкості проходить за короткі відрізки часу. При зіткненні тіл проходить їх деформація, і тому результати зіткненнь сильно залежить від здібності тіл відновлювати свою початкову форму. Виявилося, що застосовувана для опису модель руху абсолютно твердого тіла не придатна для опису самого моменту зіткнення. Для виходу із цієї ситуації почали припускати що в момент зіткнення відбуваються стрибкоподібні зміни їх швидкостей, а величинами змін можна нехтувати.

Нехай по горизонтальній площині ковзить тіло (Рис. 1).

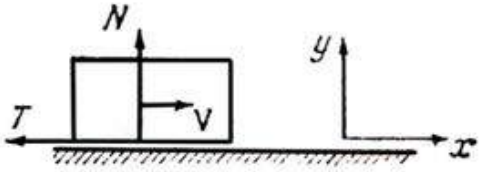


Рис. 1 Ковзання тіла по горизонтальній площині

Рівняння руху тіла можна записати:

$$m\ddot{x} = -T \tag{1}$$

$$m\ddot{y} = N - P \tag{2}$$

Якщо рух відбувається по похилій площині (Рис. 2), то рівняння руху можна записати:

$$m\ddot{x} = P\sin\alpha - T \tag{3}$$

$$m\ddot{y} = N - P\cos\alpha = 0 \tag{4}$$

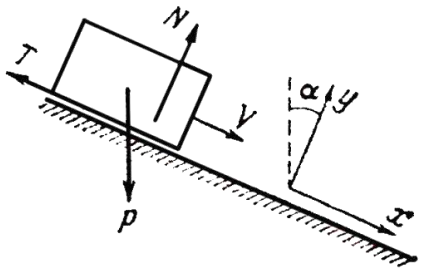


Рис. 2 Ковзання тіла по похилій площині

Сила тертя T пропорційна величині реакції N, напрямлена в ту сторону, що протилежна ковзанню і коефіцієнт пропорційності f не залежить від швидкості ковзання.

$$|T| = \mathrm{f}|\mathrm{N}| \tag{5}$$

Як бачимо, T знаходиться в залежності від величини N, і це проявлюється при русі тіл.

Парадокс «Удар тертям»

Розглянемо гальмівний пристрій. (Рис. 3).

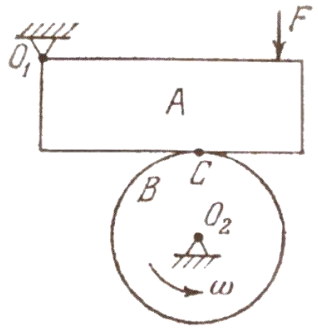


Рис. 3 Гальмівний пристрій

Гальмівна колодка А прямокутної форми може обертатися навколо нерухомої осі O_1. Колесо В рухається навколо осі O_2, В точці С ці тіла мають точку дотику. Коефіцієнт тертя між тілами дорівнює f. Припустимо, що осі вертикальні, тоді сила нормальної реакції і сила тертя між колодкою і колесом рівні 0, і колесо може обертатися навколо своєї осі з постійною кутовою швидкістю ω_0. Нехай тепер до колодки прикладена сила F, що прижимає колодку до колеса.

Перш, ніж розглянути гальмування, розглянемо рівняння руху колеса. Від тіла А на колесо діють дві сили – сила ваги N та сила тертя T (Рис. 4), яка направлена, як показано на рисунку, тобто проти руху колеса.

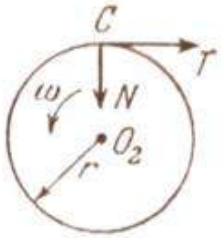


Рис. 4 Сили, що діють на колесо В

Рівняння руху колеса:

$$I\dot{\omega} = -rT \tag{6}$$

де I – момент інерції, а ω – кутова швидкість обертання. Якби була б відома величина сили T, то із рівняння (6) можна було б знайти закон гальмування колеса.

Тепер розглянемо тіло А (Рис. 5).

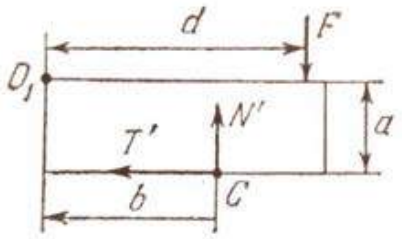


Рис. 5 Сили що діють на гальмівну колодку А

Гальмівна колодка знаходилась в спокої, обертанню її за часовою стрілкою навколо осі O_1 перешкоджає колесо В, а в протилежному напрямку – сила F, тому колодка і залишається в спокої. Рівняння рівноваги тіла А – це рівність нулю суми моментів відносно точки O_1 сил F, N′, T′, що прикладені до тіла А.

$$Fd + T'a = N'b \tag{7}$$

необхідно також рівняння (6), (7) доповнити рівняннями (8)

$$T = T', \; N = N', \; |T| = \mathrm{f}|\mathrm{N}| \tag{8}$$

Для того, щоб розв’язати систему рівнянь (7) – (8), підставимо (8) в (7), отримаємо рівняння (9):

$$Fd = bN - f|N|a \tag{9}$$

Рішення цього рівняння:

якщо $N > 0$, то

$$N = \frac{Fd}{b - fa} \tag{10}$$

якщо $N < 0$, то

$$N = \frac{Fd}{b + fa} \tag{11}$$

Вирази (10) не суперечать один одному лише при $b > fa$, а вирази (11) суперечать один одному завжди, до того ж, $N < 0$ не має механічного змісту в цій задачі.

Тобто, при виконанні умови

$$b > fa \tag{12}$$

ми можемо визначити N, потім знайти T і розв'язати рівняння (6). Якщо ж умова (12) порушується, а це завжди можна досягти, збільшивши a, тобто один із розмірів тіла А, чи підібравши пару поверхонь з більшим коефіцієнтом тертя, то система рівнянь (7) – (8) не має рішення, і відповідно, неможливо визначити праву частину рівняння (6).

Парадокс задачі в тому, що тіло А начебто має знаходитися в спокої, але сили, що діють на нього не знаходяться в рівновазі, оскільки сума сил N′, T′ мають відносно осі O_1 момент того ж знаку, що і момент сили F (Рис. 6), тобто тіло А повинно обертатися за часовою стрілкою під дією прикладених до нього сил. Але обертанню тіла А в цьому напрямку заважає колесо В, тому такий рух не в змозі розпочатися.

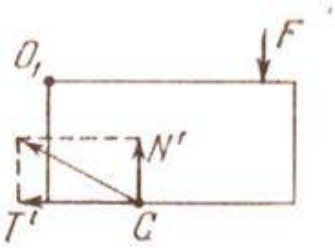


Рис.6 Нерівновага сил тіла А

Зовсім по-іншому справа, коли колесо В обертається в іншому напрямі, задача має повне рішення. Для того, щоб зрозуміти, як розвивається рух колеса при $b < fa$, потрібно спочатку розглянути рух тіла при $b > fa$, де задача має повне рішення.

Із умов (8) та (10) знайдемо величину сили тертя:

$$T = \frac{fFd}{b - fa} = c \tag{13}$$

і підставимо її в рівняння руху колеса (6):

$$I\dot{\omega} = \frac{fFdr}{b - fa} = -cr \tag{14}$$

Розв'язок рівняння (14) має вигляд:

$$\omega - \omega_0 = -\frac{cr}{I}(t - t_0) \tag{15}$$

Тут ω_0 – початкова кутова швидкість, з якою тіло оберталось до того, як була притиснута гальмівна колодка до колеса в момент часу t_0.

Вираз (15) визначає закон зміни кутової швидкості колеса по часу. Із нього можна зробити висновок, що кутова швидкість змншуться, і при

$$t = t_0 + \frac{\omega_0(b - fa)I}{Ffdr} = -cr \tag{16}$$

проходить зупинка колеса. Цей висновок повністю відповідає загальновідомим гальмуючим властивостям тертя. Час до зупинки пропорційний величині $b - fa$, тобто зупинка колеса відбувається тим швидше, чим менше $b - fa$.

Тепер маємо розглянути властивості руху при $b < fa$. Збільшення тертя в принципі має призводити до більш інтенсивного гальмування, що і підтверджується виразом (16). Оскільки при $b = fa$ час гальмування теоретично рівний нулю, а ще більше зменшитися час не може, то при $b < fa$ також повинна проходити моментальна зупинка колеса. Для цього необхідно, щоб сила тертя могла б приймати нескінченно великі значення. І тільки в цьому випадку можливі стрибкоподібні зміни швидкості.

Для визначення максимального значення сили тертя маємо прийняти, що наприклад колесо знаходиться в стані спокою (ω=0). Якщо спробувати розкрутити колесо проти часової стрілки парою сил з моментом M. Якщо ж сила тертя T, необхідна для запобігання руху колеса, і нормальний тиск N задовільняють умову (17),

$$|T| \le f|N| \tag{17}$$

то обертання колеса не зможе і розпочатися.

Із рівняння рівноваги колеса і колодки

$$\begin{aligned} rT &= M, \\ Fd + Ta &= bN \end{aligned} \tag{18}$$

можна отримати:

$$\begin{aligned} T &= \frac{M}{r}, \\ N &= \frac{Fd}{b} + \frac{Ma}{rb} \end{aligned} \tag{19}$$

$$|T| - f|N| = \frac{M}{r}(1 - \frac{fa}{b}) - \frac{fdF}{b} < 0 \tag{20}$$

при $b < fa$, тобто вивести колесо із стану спокою і заставити обертатися його проти руху часової стрілки неможливо. Ми можемо прикладати до колеса сили з як завгодно великим моментом, але це призведе лише до одночасного збільшення тиску і сили тертя. При тому ж сила тертя завжди може врівноважити дію прикладених нами сил до колеса.

Співставивши ці два факти, маємо, що з однієї сторони сила тертя при $b - fa < 0$ може приймати такі стільки завгодно великі значення, що колесо неможливо вивести зі стану спокою, а з іншого боку, при $b - fa < 0$ рівняння руху, складене у відповідності до законів механіки не мають рішення.

Отже ми бачимо, неможливість подальшого руху колеса. Це значить що як тільки гальмівна колодка торкнеться до колеса, то колесо не буде продовжувати обертатися в заданому напрямі, торкаючись до гальмівної колодки. Кутова швидкість колеса в результаті взаємодії з колодкою зміниться стрибкоподібно, неначе колесо стикнулось з іншим тілом. Це явище називається «удар тертям». Далі можуть відбуватися такі результати взаємодії колодки і колеса. Перший варіант – колесо моментально зупиняється. Другий – колодка відскакує від колеса. Третій – колесо може розпочати обертатися в протилежному напрямі з деякою кутовою швидкістю.

Тільки експеримент може показати, який із трьох варіантів відбудеться при «ударі тертям», і яка швидкість частин системи після цього «удару».

Парадокс моменту

Але це ще не все. Мабуть найбільш неочікуване проходить тоді, якщо ми будемо намагатися повернути гальмівну колодку проти часової стрілки силою F і одночасно розкрутити колесо в тому ж напрямку парою сил з моментом M (рис. 7).

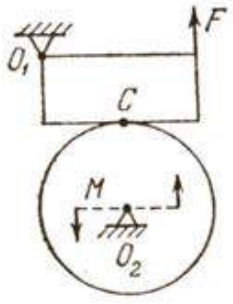


Рис. 7 Одночасне повернення гальмівної колодки силою F з розкруткою колеса в тому ж напрямку парою сил з моментом M

Рівняння руху колодки і колеса мають вигляд:

$$I\dot{\omega} = M \qquad (21)$$
$$I_1\dot{\omega}_1 = Fd$$

якщо колодка відірвалась від колеса, або

$$I_1\dot{\omega}_1 = M - Tr \qquad (22)$$
$$Fd + bN' - aT' = 0$$

якщо відрив не відбувся. Тут I_1 – момент інерції відносно осі O_1, а ω_1 - її кутова швидкість.

Провіряємо можливість збереження контакту між колесом та колодкою, бо доти, доки не відбувся відрив, ми не можемо використовувати вказані рівняння.

Враховуючи, що

$$T = T',\ N = N',\ |T| = f|N| \qquad (23)$$

отримаємо

$$-Fd = bN - fa|N| \qquad (24)$$

тобто при $N > 0$

$$N = -\frac{Fd}{b - fa} \qquad (25)$$

при $N < 0$

$$N = -\frac{Fd}{b + fa} \qquad (26)$$

при $b - fa < 0$ обидві пари співвідношень не містять в собі протирічь, тобто можуть бути математично розв'язані, для визначення, яке з рівнянь використовувати, варто побачити, що рівняння (26) не має механічного змісту, так як сила N можу бути направлена тільки вверх. Колесо розпочне обертатися проти часової стрілки, тільки якщо момент достатнтьо великий

$$M > \frac{fdrF}{fa - b} \qquad (25)$$

Остаточний висновок: пара сил з достатньо великим моментом може перешкоджати відриву колодки від колеса, завдяки тертю ковзання.

«Парадокси» тертя були виявлені відомим французьким механіком П. Пенвеле в кінці XIX століття при аналізі рівнянь руху механічних систем, в яких тіла ковзять по поверхні один одного, а сили тертя що утворюються підпорядковуються рівнянню (5). До цього часу так і немає остаточної відповіді на поставлені П. Пенлеве питання. [1, 2]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Самсонов В. А. Очерки о механике: некоторые задачи, явления и парадоксы / В. А. Самсонов - М. : Наука, 1960. – 64с.
2. Савин Г. Н. Очерки развития некоторых фундаментальных проблем механики / Г. Н. Савин, Т. В. Путята, Б. Н. Фрадлин ; ; АН УССР. Институт механики. Киевский политехнический институт. - К.: : [б. и.], 1964. - 375 с.

Назаренко Михайло Володимирович, Вінницький Національний Технічний Університет; Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання; студент групи БТ - 15, e-mail: nazarenko.mishka@gmail.com

Науковий керівник: Молодецька Тетяна Ігорівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри Опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: molodetska_tanya@ukr.net

Mikhail V. Nazarenko, Vinnytsia National Technical University, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply; a student group CE – 15.

Supervisor: Tatyana I. Molodetska, Candidate of Science (Engineering), Senior Lecture of Department of Materials resistance and applied mechanics of VNTU, the Vinnytsya National Technical University.

УДК 531.3

Антонюк О.Є.
Басістий В. О.
Гончарук Л.Л.

Дослідження руху східчастої котушки по шорсткій горизонтальній поверхні

Вінницький національний технічний університет

Антотація. Для однорідної східчастої котушки, що переміщується без ковзання по шорсткій горизонтальній поверхні за рахунок натягу кабелю, на підставі диференціальних рівнянь плоского руху знайдене рівняння руху її центра мас та силу тертя. З'ясовано, що сила тертя при русі котушки без ковзання не досягає максимального значення і її напрямок та рух залежить від кута нахилу кабелю до горизонту.

Ключові слова.Однорідна східчаста котушка, рух без ковзання, плоский рух, рівняння руху центра мас, сила тертя.

Abstract. Foruniformstepcoilthatmoveswithoutslippingon a horizontalsurfaceroughbytensioncables, basedondifferentialequationsplanemotionequationsofmotionfounditscenterofmassandtheforceoffriction. Itwasfoundthatthefrictionduringmovementofthecoilwithoutslipreachesthemaximumvalueanditsdirectionandmovementdepend sontheangleofthecabletothehorizon.

Keywords:. Uniformstepcoil, movementwithoutslipping, flatmovement,equationcenterofmass, friction.

Розглянемо однорідну котушку в початковий (рис.1, а) і довільний момент часу (рис. 1, б).

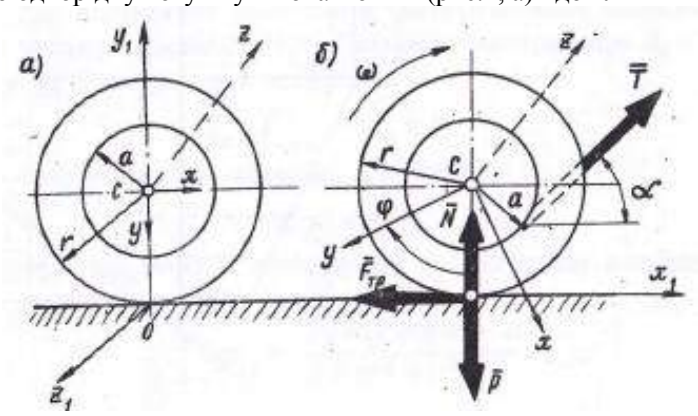


Рисунок 1

Східчаста котушка переміщується по шорсткій горизонтальній поверхні під дією сила тяжіння P, силинатягу T кабелю, сили нормального тиску підлоги N і сили тертя Fтр ковзання.

Для дослідження руху котушки (рис. 1, б) запишемо диференціальні рівняння плоского руху твердого тіла в проекціях на осі (рис. 1, а) нерухомої системи координат:

$$\frac{P}{g}\ddot{x}_c = \mathrm{T}\cos\alpha - F_{TP}, \quad \frac{P}{g}\ddot{y}_c = \mathrm{T}\sin\alpha + N - P, \quad \frac{P}{g}\rho^2\ddot{\varphi} = -\mathrm{T}\,a + F_{TP}r.$$

Двічі інтегруючи перше диференціальні рівняння (y_{1c} = r)отримаємо рівняння руху центра мас котушки:

$$x_{1c} = \frac{\mathrm{T}gr(\mathrm{r}\cos\alpha - a)}{2P(r^2+\rho^2)}.$$

З цього рівняння маємо,що вісь котушки в залежності від співвідношення **r·cos** αі **a** буде рухатись по-різному,а саме: **r·cos** α**>a**–рух вправо;**r·cos** α**=a** – руху немає;**r·cos**α<a–рух вліво.

Такі ж висновки можна зробити з розгляду рис. 2.

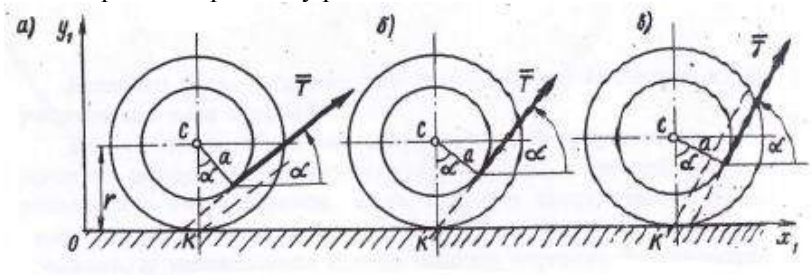


Рисунок 2

При **r·cos** α> **a** лінія дії сили Т (рис. 2, а) проходить лівіше миттєвого центру швидкостей(точка К), в зв'язку з чим ця сила прагне повернути котушку навколо точки К за годинниковою стрілкою і викликає її кочення вправо.
При **r·cos** α= **a** лінія дії сили Т (рис. 2, б)проходить через миттєвий центр швидкостей (точка К) і котушка не буде рухатись.
При **r·cos** α< **a** лінія дії сили Т (рис. 2, в)проходить правіше миттєвого центру швидкостей в зв'язку з чим ця сила прагне повернути котушку навколо точки К проти годинникової стрілки і викликає її кочення вліво.
Варто зауважити,що при коченні котушки без ковзання сила тертя

$$F_{\text{тр}} = \frac{\text{T}(\rho^2 \cos\alpha + ar)}{r^2 + \rho^2}$$

в загальному випадку не досягає свого максимального значення і тому повинна визначатися з диференціальних рівнянь руху, а не за законом Амонтона-Кулона.Таким чином, при всіх кутах $\alpha \le \frac{\pi}{2}$ сила тертя, незалежно від того, в яку сторону рухається котушка завжди направлена вліво. Але з збільшенням кута α сила тертя зменшується, набуває значення нуля, після чого збільшуючись по модулю, виявляється направленою вже не вліво, а вправо.
Також необхідно зауважити, що при збільшені натягу кабелю Т, зростаюча сила тертя ковзання.в кінцевому результаті досягне свого максимального значення і тоді котушка буде котитися з ковзанням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / М. А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с. – ISBN 966-575-184-0.
2.Федотов В. О. Аналітична динаміка. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. посіб.] / В. О. Федотов, О. Д. Панкевич – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 125 с.

Антонюк Олександра Євгенівна Вінницький національний технічний університет,факультет будівництва теплоенергетики тагазопостачання, e-mail:aleksandra.antonyuk@gmail.com.
Басістий Віталій Олександрович,Вінницький національний технічний університет,факультет будівництва теплоенергетики тагазопостачання, e-mail:vital.bass1@gmail.com.
Гончарук Ліза Леонідівна, Вінницький національний технічний університет,факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання ,e-mail:lizahoncharuk@gmail.com.
Науковий керівник: Федотов Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, тел. +380507585509, Україна, 21000, м. Вінниця, вул. Воїнів Інтернаціоналістів, 9А, кв. 84.

OlexandraAntonyukstudentofHeatandGasSupplyDepartment,VinnytsiaNational Technical University. .e-mailaleksandra.antonyuk@gmail.ru
VitalyBasisty, B-studentofHeatandGasSupplyDepartment,VinnytsiaNational Technical University..e-mailvital.bass1@gmail.com.
HoncharukLiza studentofHeatandGasSupplyDepartment,VinnytsiaNational Technical University. .e-maillizahoncharuk@gmail.com
Supervisor:ValeryFedotov,Ph.D.,VinnytsiaNationalTechnicalUniversity,professorfmaterialsresistanceandappliedmechanics VNTU , Ukraine.e-mail: valeriy.fedotov@bk.ru, tel. +380507585509 , Ukraine , 21000 , Vinnytsya ,st. Soldiers Internationalists , 9A,84.

УДК 621.313, 624.014

Юрій Сімаков,
Олексій Архіпов

Внутрішні зусилля в стержневих елементах підіймача

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця
ТОВ «Сармат», м. Вінниця

Анотація. Представлено результати розрахунків внутрішніх зусиль в елементах стрижневих систем підіймача методом кінцевих елементів. За результатами дослідження визначено екстремальні значення навантажень, що забезпечило проектування елементів стрижневих конструкцій механізму.

Ключові слова: механізм, підіймач, стрижневі елементи, конструкція, напружений стан, метод кінцевих елементів

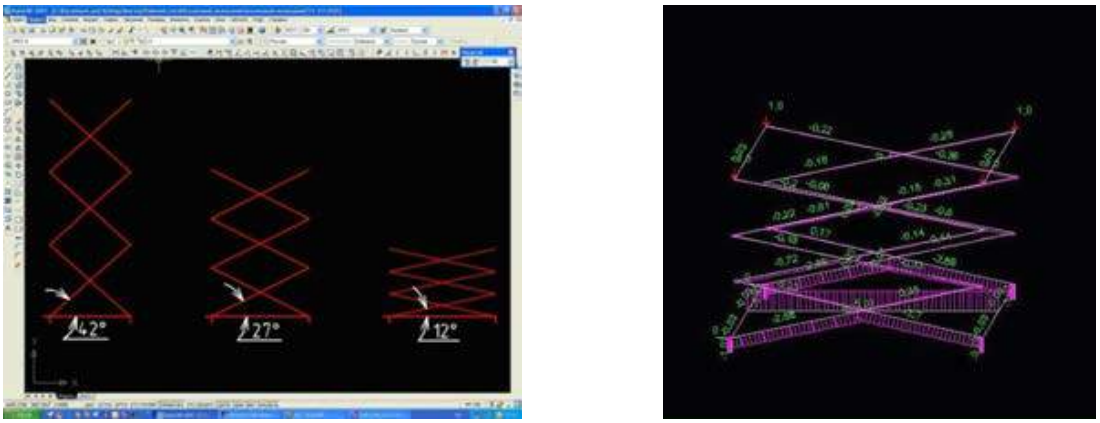
Abstract. T he results of calculations of internal efforts in the core elements of lifts finite element method. The study defined extreme values of loads that provided design elements beam structures mechanism.

Keywords: mechanics, lift, pivotal elements, design, state of stress, finite element method

Обєктом дослідження є механізм пантографного типу для вертикального піднімання вагової платформи з вантажем або з людьми для огляду з висоти в місцях культурно-масових розваг тощо. Принцип роботи пантографного підіймача полягає в розтягуванні, інакше кажучи підйомі, вагової платформи. Піднімання вантажів або людей виконується за рахунок застосування тиску на зовнішні частини комплекту опор, що містяться на одному з кінців механізму. Така дія спричинює видовження хрестоподібної конструкції (шарнірно-з'єднаних важелів) механізму. Переміщення опорних кінців підіймача шляхом розтягування чи стискання можна досягти гідравлічним, пневматичним, механічним способом, або навіть із застосуванням сили рук.

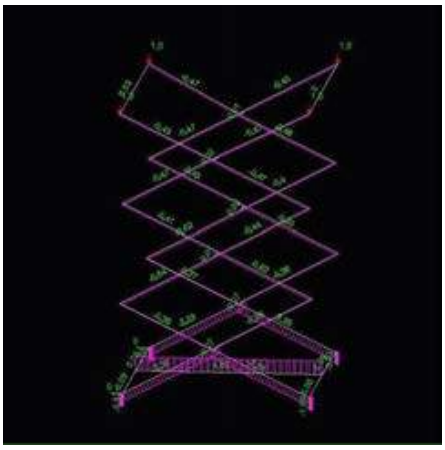
Для розрахунку внутрішніх зусиль в стрижневих елементах підіймача застосований обчислювальний комплекс SCAD. В основі цього пакету прикладних програм є метод кінцевих елементів. Спочатку була спроектована розрахункова схема підіймача, яка максимально відтворює реальну роботу механізму. В основу розробленої розрахункової схеми поставлена умова, що зміна відстані між нижніми кінцями механізму виконується механічним засобом тобто зміною зусиль в затяжці. Розглянуто 3 варіанти роботи підіймача при зміні геометрії його елементів. Зовнішнє навантаження складало постійне значення 40 кН (Рис.1, *а*)

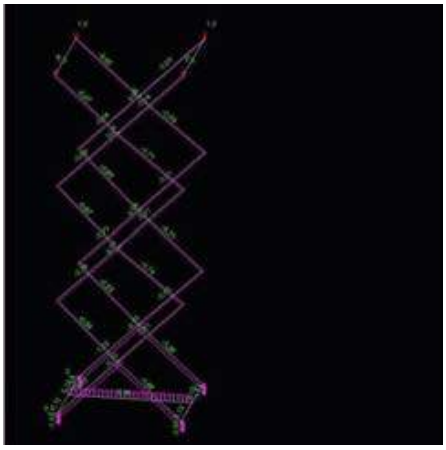
Варіант 1 – робота підіймача при куті нижніх елементів до горизонталі 12 градусів
Варіант 2 – робота підіймача при куті нижніх елементів до горизонталі 27 градусів
Варіант 3 – робота підіймача при куті нижніх елементів до горизонталі 42 градуса
Так при $\alpha = 12^0$ максимальні зусилля стискання в стержневих елементах підіймача становить - 27 кН , а максимальне значення цих зусиль розтягу в затяжці відповідно - 51 кН (Рис.1,б).



а) *б)*

Рисунок 1 - Результати моделювання в середовищі SCAD: а- основні варіанти геометрії механізму, б – реакції в стрижневих елементах при куті $\alpha = 12^0$.





а) б)

Рисунок 2 - Результати моделювання в середовищі SCAD: *а*- реакції в стрижневих елементах при куті $\alpha = 27^0$, б – реакції в стрижневих елементах при куті $\alpha = 42^0$.

Так при $\alpha = 27^0$ максимальні зусилля стискання в стержневих елементах підіймача становить- 22.5 кН, а максимальне значення цих зусиль розтягу в затяжці становить - 40 кН (Рис. 2, а)

Так при $\alpha = 42^0$ максимальні зусилля стискання в стержневих елементах підіймача становить - 17 кН а максимальне значення цих зусиль розтягу в затяжці становить - 26 кН (Рис.2,б)

Аналіз отриманих даних виявив те, що при збільшенні кутів нахилу розкосих елементів зусилля в затяжці зменшуються.

Слід зауважити, що при максимальному зближені нижніх кінцівок підйомника він призведе до положення близького до стійки при якому відсутність жорсткого закріплення низу приведе до опрокидування.

Таким чином ми можемо зробити висновок, що досліджувальний механізм пантографного підйомника змінює значення внутрішніх зусиль в елементах при зміні своєї геометрії. За цих умов розрахунки щодо міцності розкосних елементів слід проводити при мінімальному куті в нижньому положенні підіймача.

При правильно запроектованому механізмі пантографного підіймача під визначене навантаження . він справно буде виконувати свою роботу.

Для вивчення кінематичної схеми роботи пантографного підіймача була побудована фізична модель (Рис. 3)

Висновки: за результатами розрахунків було вибрано геометричні характеристики стрижневих елементів конструкції підіймача. Результати дослідження були застосовані для побудови фізичної моделі механізму.

Рисунок 3 – Модель підіймача

Список використаної літератури

1. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела. /Ю. Н. Работнов. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 744 с
2. Пановко Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. 4-е изд. перераб. – М. : Наука, 1987. –352 с.

Сімаков Юрій Ярославович, Вінницький національний технічний університет, студент факультету БТЕГП, гр. Б-15, м. Вінниця, e-mail:simakov1000@gmail.com

Архіпов Олексій Валентинович, провідний інженер ТОВ Сармат, м.Вінниця, e-mail sarmat@mail.ru

Науковий керівник Архіпова Тетяна Федорівна, к.т.н., доцент кафедри ОМПМ, ВНТУ, м. Вінниця

Simakov Yuriy Yaroslavovich, Vinnutsya National Technical University, Building Department, gr. B-15, Vinnutsya, e-mail:simakov1000@gmail.com

Arkhipov Alexey Valentinovich, advanced engineer LTD Sarmat, Vinnutsya, e-mail sarmat@mail.ru

УДК 531.2

В. В. Панкевич

Ю.Ю. Локотей

РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ТА ОБОДІ КОЛЕСА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі колесо зі стержнями представлено у вигляді моделі ферми, при умові, що реакція шляху прикладена в вузлі ферми. Проведено розрахунок зусиль в стержнях і різних ділянках обода колеса, що дозволило зробити висновки щодо інженерного рішення поставленої проблеми.

Ключові слова*:* колесо, зусилля, стержні, розрахунок, ферма.

Abstract

The wheel with rods presented as model of farm, provided that the reaction path is applied to the farm's node. Stress has been calculated of the rods and different parts of the wheel rim, which allowed to draw conclusions regarding the engineering decision of given problem.

Keywords: *wheel, stress, rods, calculation, farm.*

Вступ

Колесо являє собою конструкцію, що дозволяє з меншими зусиллями переміщувати важкі вантажі. Це одне з найдавніших винаходів людства, яке дійшло до наших днів практично не змінившись.

Робота присвячена розрахунку зусиль в стержнях та ободі колеса.

Результати дослідження

У процесі дослідження були поставлені такі завдання: представити колесо у вигляді конструкції статично визначеної ферми; провести розрахунок зусиль в представленій фермі.

Колесо складається з втулки, обода і спиць, що поєднують втулку з ободом. Для представлення колеса у вигляді моделі статично визначеної ферми замінимо обід зі спицями на стержні і зробимо наступні спрощення: втулку колеса будемо вважати шарніром, в якому сходяться всі стержні; обід представимо в вигляді замкненої ламаної $A_0A_1 \dots A_m$, де m кількість стержнів (рис. 1).

Обід опирається на дорогу в т. A_0, де теж введемо шарнір. Кожен стержень $A_i(i = 1,2 \dots, m)$ з'єднується з вулкою в шарнірі О і шарніром A_i з ободом колеса. Всі ділянки обода $A_1A_2, A_2A_3, \dots, A_{m-1}A_m$ рівні між собою. Винятком є лише одна ділянка A_1A_m, де прикладається реакція шляху. До вісі колеса прикладено навантаження $\bar{P}$, направлене вертикально вниз. Реакція дороги $\bar{R}$ прикладена в шарнірі і врівноважена навантаженням $\bar{P}$.

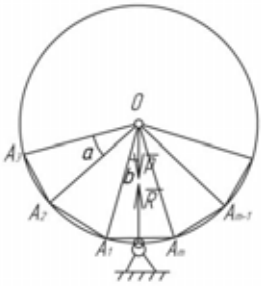


Рис. 1

Таким чином, отримали шарнірно-стержневу конструкцію, в якій $m + 2$ вузлів і $2m + 1$стержнів, що задовольняє умову жорсткості.

Випадок коли умова жорсткості не виконується, не розглядається.

Розрахунок почнемо з вузла A_0 (рис. 2). Зусилля в стержні позначимо через S_i, зусилля на ділянці обода A_iA_{i+1} – через T_{i+1}, зусилля на ділянці A_0A_m – через T_0.

Скориставшись методами статики розрахуємо зусилля в ободі і стержнях колеса, розглянувши інші вузли (рис. 2, рис. 3, рис. 4, рис. 5).

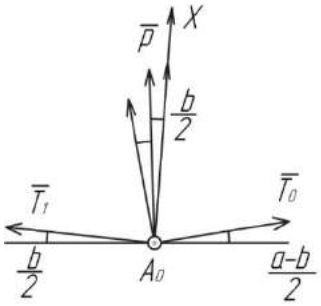


Рис. 2

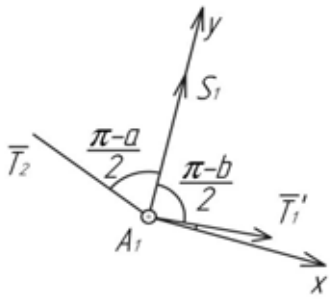


Рис. 3

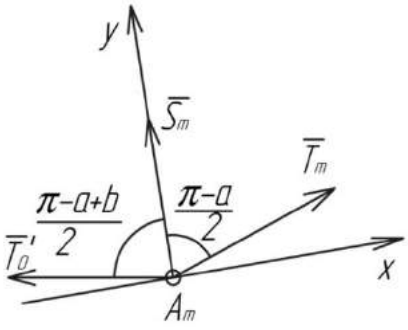


Рис. 4

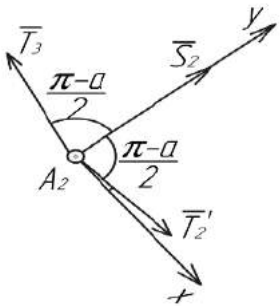


Рис. 5

На підставі розв'язання ферми методом вирізання вузлів отримано:

$$S_2 = S_3 = \cdots = S_{m-1} = 2P\cos\frac{\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}/\cos\frac{\alpha}{2}; \quad (1)$$

$$S_1 = 2P\cos\frac{\alpha-\beta}{2}\sin\frac{\alpha+\beta}{2}/\sin\alpha; \quad (2)$$

$$S_m = 2P\cos\frac{\beta}{2}\sin(\alpha-\frac{\beta}{2})/\sin\alpha; \quad (3)$$

$$T_2 = T_3 = \cdots = T_m = -2P\cos\frac{\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}/\sin\alpha \quad (4)$$

$$T_1 = -2P\cos\frac{\alpha-\beta}{2}/\sin\frac{\alpha}{2}; \quad (5)$$

$$T_0 = -2P\cos\frac{\beta}{2}/\sin\frac{\alpha}{2}; \quad (6)$$

$$\frac{T_m}{T_0} = \frac{\cos\frac{\alpha-\beta}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}}; \quad (7)$$

$$|T_m| > |T_0|; \quad (8)$$

$$|T_m| > |T_1|; \quad (9)$$

Отже, на ділянках обода, що прилягають до точки прикладення реакції шляху зусилля стиску менші ніж на інших ділянках обода.

Для аналізу зусиль зробимо спрощення так як кути α і β малі:

$$S_2 = S_3 = \cdots = S_{m-1} = 2P; \quad (10)$$

$$S_1 = P(1+\frac{\beta}{\alpha}) \quad (11)$$

$$S_m = P(2-\frac{\beta}{\alpha}) \quad (12)$$

$$T_0 = T_1 = \cdots = T_m = -2P/\alpha \quad (13)$$

Отже, зусилля розтягу в спицях A_m і A_1 менші ніж у всіх інших. Всі ділянки обода колеса рівномірно стиснуті.

Висновки

Отриманий розв'язок задачі про розрахунок зусиль, представлених формулами (1-6) для випадку, коли місце прикладання реакції шляху знаходиться в шарнірі на ободі між двома спицями, дозволяє зробити наступні висновки:

1. Інженерне вирішення конструкції колеса таке, що при навантаженню на вісь всі стержні колеса завжди знаходяться в розтягненому стані.
2. Якщо реакція шляху прикладається між двома спицями, то зусилля розтягу в цих двох спицях менше, ніж у всіх інших. При цьому всі інші спиці розтягнені з однаковим зусиллям, рівному подвійному навантаженню на вісь колеса.
3. Всі ділянки обода колеса знаходяться в стисненому стані приблизно з однаковими зусиллями, які не залежать від розміщення точки прикладання реакції шляху на ободі колеса по відношенню до його спиць.

Отже, навантаження на спиці передається через обід і перерозподіляється так, що спиці виявляються весь час розтягнутими, в той час як ділянки обода-стисненими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. –К. : Техніка, 2002. – 512 с.

2.Чернишов А. Д. Статика твердого тіла (з елементами проблемного вивчення і застосування ЕВМ) / Чернишов А. Д. – Видавництво Красноярского університету, 1989. – 336 с.

Панкевич Володимир В'ячеславович - студент групи БМ-14б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця pankvova82@gmail.com.

Локотей Юлія Юріївна- студент групи Б-14б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця lokote@mail.ru.

Науковий керівник: ***Федотов Валерій Олександрович*** – кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, Вінниця, email : valeriy.fedotov@bk.ru/

Lokotey Juliya Y. — student gr. B14-b, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : lokote@mail.ru;

Pankevych Volodymyr V., student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: pankvova82@gmail.com

Supervisor: **Valery Fedotov**, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, professor of materials resistance and applied mechanics VNTU, Vinnytsia, email : valeriy.fedotov@bk.ru.

УДК 621.77

О.В. Грушко
О.В. Гуцалюк
Г.А. Лічман

Карта матеріалу ствола (сталь 38Х2МЮА)

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Метою даної роботи є вивчення механічних характеристик сталі 38Х2МЮА для виготовлення стрілецьких стволів, а також створення карти матеріалу, побудова кривої течії, діаграми пластичності та градуювального графіку.
Ключові слова: сплав, міцність, деформаційне зміцнення, діаграма пластичності, крива течії.

Abstract
The aim of this work is to study the mechanical properties of the material barrel steel 38H2MYUA and mapping material, construction of the current curve, chart plasticity and calibration schedule.
Keywords: alloy, strength, strain hardening, plasticity chart, curve flow.

Фізико-механічні властивості деформованого матеріалу є важливою складовою в технологічних розрахунках та дослідженнях процесів пластичного деформування. В більшості випадків використовуються лише крива течії, діаграма пластичності, градуювальні графіки твердість-напруження-деформація. Для розрахунків напружено-деформованого стану та силових характеристик процесів обробки металів тиском (ОМТ) використовують криві течії, для оцінки граничних деформацій за особливостями руйнування користуються діаграмами пластичності, градуювальними графіками користуються для експериментальних досліджень напружено-деформованого стану. Карта матеріалу (технологічний паспорт) складається з сукупності зазначених функцій [1]. На основі відомостей про карту матеріалу можна прогнозувати величини фізико-механічних характеристик матеріалу після його технологічної обробки, тобто забезпечувати ці характеристики методами холодного пластичного формозмінювання.

Метою роботи є отримання карти термообробленої сталі 38Х2МЮА, з якої виготовляються стволи стрілецької зброї методами холодної обробки тиском.

Механічні випробування зразків здійснювали в умовах стиску, розтягу та кручення [1]. Із заготовок досліджуваного матеріалу виготовляли стандартні циліндричні зразки на розтяг за ГОСТ 1497-84 розмірами: діаметр d_0 = 10 мм, робоча довжина l_0 = 70 мм та на стиск за ГОСТ 25.503-80 діаметром D_0 =10 мм і висотою H_0 = 19 мм. Зразки осаджували до різних ступенів деформації аж до руйнації в обоймі, яка виключає перекоси на гідравлічному пресі ПММ-125. В результаті випробовувань зразків на розтяг спостерігалось руйнування зразків з утворенням шийки в місці розриву. По всій довжині зразка після випробування на розтяг спостерігається рівномірне звуження до місця розриву. Стиск зразків проводився із змащенням торців консистентним мастилом. Тертя на торцях зразка було несуттєвим, що підтверджує відсутність бочкоутворення на бічній поверхні.

Для більшості процесів ОМТ при деформаціях в холодному стані, суттєво перевищуючих границю текучості, крива течії $\sigma_i = f\left(e_i\right)$ може бути апроксимована степеневою функцією П. Людвіга:

$$\sigma_i = Ae_i^n \ , \tag{1}$$

де (інтенсивності напружень σ_i та інтенсивності логарифмічних деформацій e_i) А та n – емпіричні коефіцієнти – модуль та показник зміцнення,

або апроксимаціями Д. Свіфта:

$$\sigma_i = A_1 + B \cdot e_i^{n_1} \ , \tag{2}$$

$$\sigma_i = A_2 \cdot (e_0 + e_i)^{n_2} , \tag{3}$$

де A_1, A_2, B– коефіцієнти апроксимації.

Інтенсивність деформацій при осаджуванні визначали за формулами:
при малих ступенях деформації ($e_i \le 0,3$)

$$e_i = \ln \frac{H_0}{H}, \tag{4}$$

де H_0 – висота вихідного зразка; H – висота зразка після деформування;
при великих ($e_i \ge 0,3$) – по діаметру

$$e_i = 2 \ln \frac{D}{D_0}, \tag{5}$$

де D_0 – діаметр вихідного зразка; D – діаметр зразка після деформування.

Інтенсивність деформацій при крученні (на поверхні) визначено як

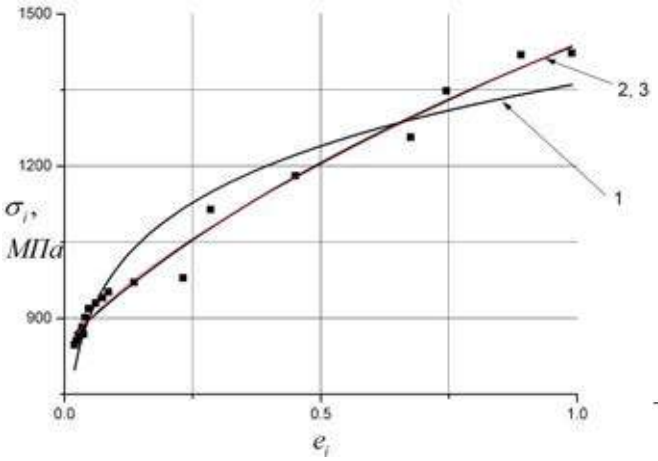
$$e_i = \frac{tg\alpha}{\sqrt{3}}, \tag{6}$$

де α - кут зсуву на поверхні, який вимірюється на інструментальному мікроскопі між поздовжньою віссю зразка і рискою, проведеною до випробування вздовж вісі.

В результаті досліджень побудовано криву течії (рисунок 1) та показані апроксимації згідно залежностей (1), (2), (3). Останні отримані шляхом статистичної обробки отриманих результатів за допомогою ЕОМ. Таким чином отримані коефіцієнти апроксимації, які зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Коефіцієнти апроксимації згідно (1), (2) та (3)

A, МПа	A_1, МПа	A_2, МПа	B, МПа	n	n_1	n_2	e_0
1362±26	825±24	1298±73	617±22	0,136±0,009	0,708±0,089	0,37±0,085	0,32±0,14



1–3 криві, що відповідають апроксимаціям (1)–(3)

Рисунок 1 – Крива течії сталі 38Х2МЮА

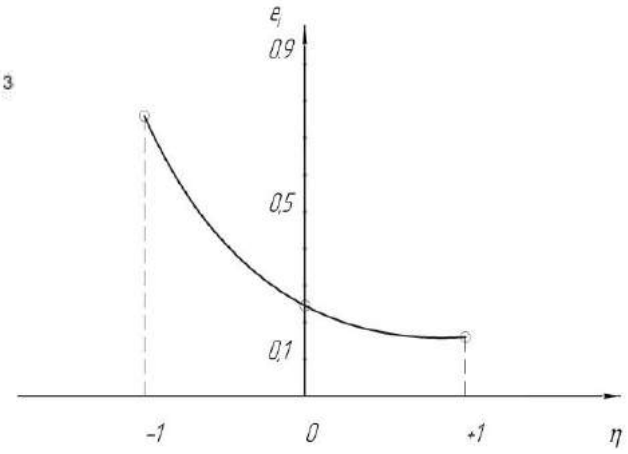


Рисунок 2 – Діаграма пластичності сталі 38Х2МЮА

Для стиснутих до різних ступенів деформацій зразків вимірювали твердість за Віккерсом при зусиллі на індентор 294 Н (в середньому 10 точок в різних місцях). Середня твердість по кожному зразку відносно стабільна (відхилення складає до 3%).

називають, Для характеристики жорсткості схеми напруженого стану використовують залежність пластичності від показника η, яка називається діаграмою пластичності. Діаграми пластичності можуть бути побудовані за результатами випробувань стандартних зразків при простих видах деформування (розтяг, стиск та кручення) з подальшою їх апроксимацією (рисунок 2). В області зміни показника $-1 \le \eta \le 2$ діаграму можна апроксимувати рівнянням

$$e_p(\eta) = e_p(\eta = 0) \exp(-\eta \lambda_i), \tag{7}$$

де λ_i - коефіцієнт чутливості пластичності до схеми напруженого стану; λ_i (i=1,2). В області зміни показника напруженого стану $0 \le \eta \le 2$ коефіцієнт чутливості - $\lambda_1 = \ln \frac{e_p(\eta = 0)}{e_p(\eta = 1)} = \ln \frac{0,24}{0,16} = 0,41$.

В області $-1 \le \eta \le 0$ коефіцієнт чутливості - $\lambda_2 = \ln \frac{e_p(\eta = -1)}{e_p(\eta = 0)} = \ln \frac{0,76}{0,24} = 1,15$.

Підвищення твердості при збільшені деформацій значне, що пов'язано з великою зміцнюваністю та відносно великою пластичністю при стиску. Результати досліджень представлені у вигляді градуювального графіка твердість-напруження-деформації (рисунок 3). Деякі точки дещо відхиляються від графіка, що може бути пов'язано з відмінностями в початковій твердості зразків та наклепом при механічній обробці.

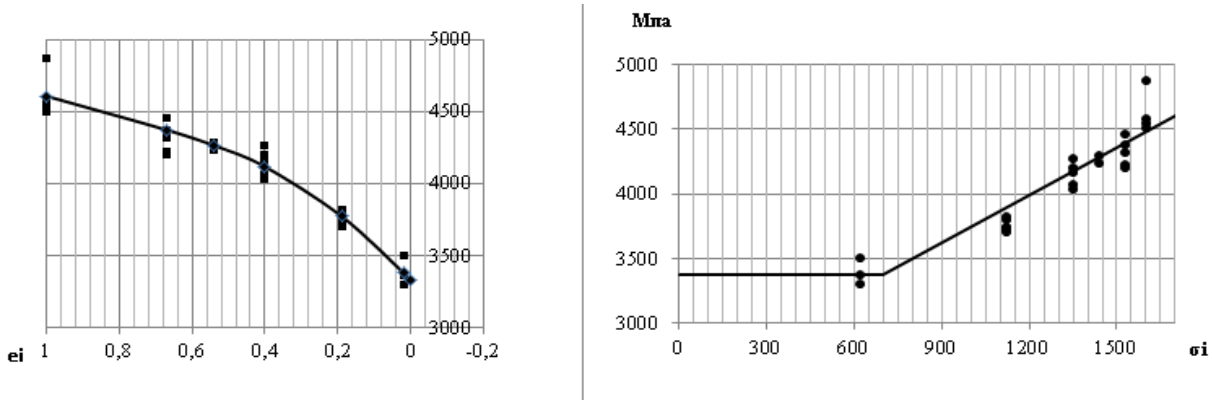


Рисунок 3 – Градуювальний графік сталі (твердість (HV) – напруження – деформації)

Таким чином, криві течії досліджуваного матеріалу з великою ступеню кореляції апроксимуються степеневими функціями. Метал має властивість до інтенсивного зміцнювання при пластичному деформуванні. Залежність твердості зміцненого сплаву від інтенсивності напружень має вигляд, близький до лінійного. Статистичний розкид даних для досліджуваного матеріалу досить суттєвий, що пов'язано з його структурними особливостями та умовами експерименту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грушко А. В. Карты материалов в холодной обработке давлением : монография / А. В. Грушко. – Винница : ВНТУ, 2015. – 345 с.

2. Огородников В. А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / В. А. Огородников. – К. : УМК ВО, 1989. – 152 с.

Грушко Олександр Володимирович - професор кафедри ОМПМ, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, e-mail: grushko@svitonline.com.

Гуцалюк Олександр Володимирович - інженер кафедри ОМПМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: oleksandrompm@mail.ua .

Лічман Ганна Анатоліївна - студентка групи 1ЗВ-16м, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: Anna_Lichman@ukr.net.

Grushko Oleksandr Volodumurovuch - professor, Doctor of Technical Sciences, Vinnytsia National Technical University, e-mail: grushko@svitonline.com.

Gutsalyuk Alexander - engineer, Vinnytsia National Technical University, e-mail: oleksandrompm@mail.ua .

Lichman Anna Anatoliivna - student group 1ZV-16m Sv, Department of Technology improve durability.

УДК 621.7.011

О.В. Грушко
О.В. Гуцалюк

Деформовність коротких циліндричних заготовок в процесі їх редукування

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В даній роботі здійснено аналіз механіки процесу редукування коротких заготовок сплаву ВНЗ з встановленням закономірностей між основними технологічними параметрами та розподілом інтенсивності накопичених деформацій (наклепу) на основі теорії деформовності.
Ключові слова: міцність, деформаційне зміцнення, діаграма пластичності, крива течії.

Abstract
This paper analyzes the mechanics of the process of reduction of short pieces of alloy universities with the establishment of laws between the main technological parameters and intensity distribution of accumulated strain (defamation) based on the theory of deformation.
Keywords: strength, strain hardening, plasticity chart, curve flow.

Здійснено моделювання процесу редукування для циліндричних заготовок із використанням програмного комплексу ANSYS/LS-DYNA, оскільки він зарекомендував себе в світовій практиці стабільністю розрахунків та широкими можливостями на усіх етапах моделювання [1]. Циліндрична заготовка проштовхується через пуансон з деяким натягом (рис. 1). Під час моделювання пуансон задавався абсолютно жорстким тілом (rigid), а заготовка – деформованим. Використано квадратну форму кінцевих елементів, на які розбивалась деталь.

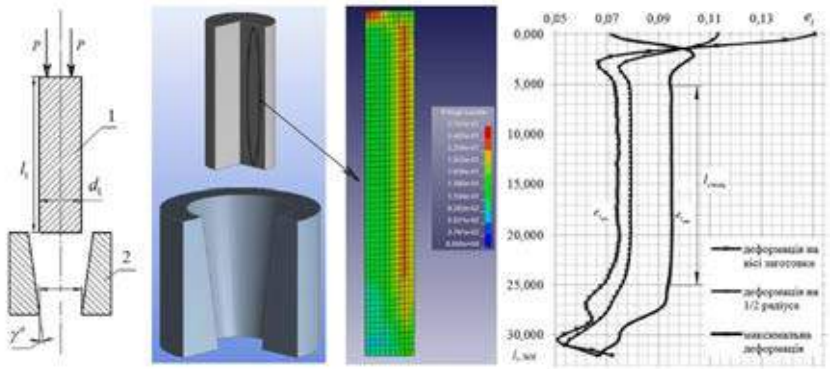


Рис. 1. Редукування заготовки (1 – заготовка, 2-матриця)

По аналогії з [2] осередок деформації осесиметричного процесу редукування можна представити у вигляді сукупності кількох деформованих зон заготовки, що плавно переходять одна в іншу внаслідок нерозривності деформацій. На (рис. 1) показано схему процесу, розміщення осередка деформацій та розподіл деформацій по довжині для суцільних циліндричних заготовок, що використовуються в процесі редукування.

В процесі редукування суттєвих значень досягає інтенсивність деформацій в місці прикладення зусилля (максимальне значення на вісі симетрії). Ця зона являється найбільш небезпечною з точки зору руйнування. Для того щоб зразок не зруйнувався в процесі навантаження необхідно, щоб шлях деформування для конкретного процесу редукування не перетинав діаграму пластичності досліджуваного зразка [3].

Розподіл інтенсивності деформацій по перерізу стержня в стаціонарній ділянці має нерівномірність. Позначимо максимальне та мінімальне значення інтенсивності деформацій як $e_{i_{max}}$ та $e_{i_{min}}$ (рис. 2).

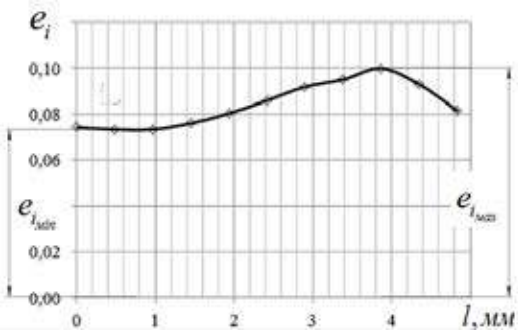


Рис. 2. Розподіл інтенсивності деформацій по перерізу стержня

Механіка процесу редукування суцільних коротких заготовок визначається умовами тертя на контактних поверхнях, відносними натягами та величиною коефіцієнта нерівномірності інтенсивності деформацій.

Мінімальне значення коефіцієнта тертя сприяє більш рівномірному деформуванню заготовки по довжині та зменшує величину ділянки нестаціонарності.

При відносному натягові $\bar{a} < 0{,}02$ спостерігається переважно поверхневе зміцнення матеріалу заготовки. При відносному натягові $0{,}02 \le \bar{a} \le 0{,}1..0{,}11$ - матеріал заготовки зміцнюється по всьому перерізі ($\bar{a} \le 0{,}1$ для $\gamma = 3..5^0$; $\bar{a} \le 0{,}11$ для $\gamma = 7..15^0$). При відносному натягові $\bar{a} > 0{,}1..0{,}11$ – матеріал характеризується значною нерівномірністю зміцнення по довжині заготовки.

Нерівномірність розподілу деформацій, що визначається коефіцієнтом нерівномірності деформацій ω, залежить від натягу $\bar{a}$ та кута γ, зокрема при значеннях кута $\gamma = 3..5^0$ коефіцієнт знаходиться в межах $0{,}25 \le \omega \le 0{,}9$; при значеннях кута $\gamma = 7..15^0$ - $0{,}05 \le \omega \le 0{,}75$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Режим доступа : http ://www.ls-dyna.com/.
2. Исаев А.Н. Механико-математическое моделирование формообразующих операцій в процесах изготовления изделий из трубчастых заготовок / ГОУ Рост. гос. академ. с.-х. машиностроения, Ростов-на-Дону, 2004 – 272 с.
3. Огородников В. А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / В. А. Огородников. – К. : УМК ВО, 1989. – 152 с.

Грушко Олександр Володимирович - професор кафедри ОМПМ, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, e-mail: grushko@svitonline.com.

Гуцалюк Олександр Володимирович - інженер кафедри ОМПМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: oleksandrompm@mail.ua .

Grushko Oleksandr Volodumurovuch - professor, Doctor of Technical Sciences, Vinnytsia National Technical University, e-mail: grushko@svitonline.com.

Gutsalyuk Alexander - engineer, Vinnytsia National Technical University, e-mail: oleksandrompm@mail.ua .

УДК 621.313, 624.014

Р. В. Кукіль
В. В. Лавренюк

РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Анотація.
В роботі представлено результати розробки та розрахунку схеми навантаження конструкції при чистому згині. Математична модель об'єкту дозволила визначити вантажепід'ємність складеної конструкції. Змінний параметр, який враховує схему розкриття шайб як функції згинального моменту.
Ключові слова: чистий згин, міцність, деформація, кривина, напруження, контактні поверхні, рівняння рівноваги конструкції.

Abstract. *The paper presents the results of design and calculation of load circuit design for flat bend. A mathematical model allowed the facility to determine the position of opening borders washers as a function of bending moment.*
Keywords: pure flat bend, strength, deformation, curvature, stress, contact surface design balance equation

При розв'язанні задач в опорі матеріалів середовище вважають абсолютно пружним. В дійсності реальне тіло певною мірою виявляє відмінність властивостей від досконалої пружності. При значних навантаженнях ця відмінність стає настільки суттєвою, що в розрахунковій схемі суцільне середовище характеризують вже іншими властивостями, які більш відповідають новому характеру деформування реального об'єкта. При розв'язанні задачі про чистий згин стержня (болта діаметром d) зміцненого великою кількістю шайб (з відповідним зовнішнім діаметром D) суцільне середовище вважаємо як ізотропне. В розрахунковій схемі реального об'єкта (рис. 1) вважаємо, що після зняття навантаження (попереднього натягу N та моменту M) геометричні розміри тіл повністю відновлюються.

Доти, доки значення моменту M є незначним, контактні поверхні не розкриваються. Кривина бруса ρ (рис. 2) буде визначена за формулою $\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ} = \frac{64M}{E\pi D^4}$.

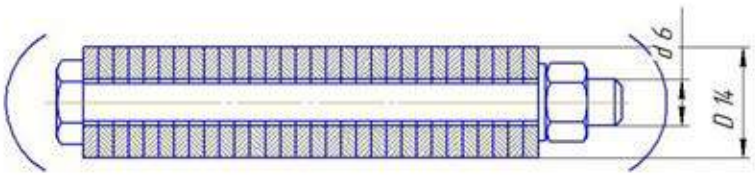


Рис. 1. Розрахункова схема

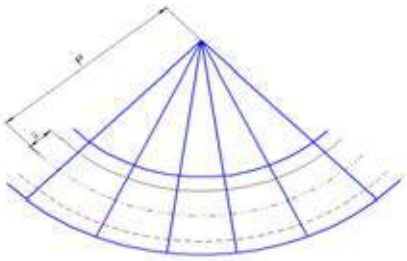


Рис. 2 – Схема розкриття контактних поверхонь шайб при чистому згині стержня

Найбільше та найменше значення напружень стискання відповідно складає:

$$\sigma = \frac{4P}{\pi(D^4-d^2} + \frac{32MD}{E\pi D^4} \text{ та } \sigma = \frac{4P}{\pi d^2} + \frac{32Md}{\pi D^4}.$$

Контактні поверхні шайб в нижній частині бруса почнуть розкриватися, коли значення моменту M досягне значення M_1.

При цьому $\frac{4P}{\pi(D^2-d^2)} = \frac{32M_1D}{\pi D^4}$ або $M_1 = P\frac{D^3}{8(D^2-d^2)}$.

При M > M_1 контактні поверхні частково розкриваються. Для розв'язання задачі визначення нормальних напружень постає необхідність визначення моменту опору як функції розкриття контактних поверхонь шайб. Відносне видовження шару, що знаходиться на відстані Y від осі, складається з трьох частин. Перша частина викликана видовженням системи попереднім натягом. Для балки це буде визначено видовженням

$$\varepsilon_{б}^{'} = \frac{4P}{E\pi d^2}.$$

Для шайби

$$\varepsilon_{ш}^{'} = -\frac{4P}{E\pi (D^2 - d^2)}.$$

Друга частина видовження складається з видовження осі внаслідок викривлення бруса (для болта і для шайб – це однакова величина). Ця величина є невідомою. Третя складова деформації – це таке видовження, яке Відповідні значення напружень для болта та шайби будуть мати значення

$$\sigma_{б} = E(\varepsilon_{б}^{'} + \varepsilon_0 - \frac{y}{\rho}) \text{ та } \sigma_{ш} = E(\varepsilon_{ш}^{'} + \varepsilon_0 - \frac{y}{\rho}\ ). \quad (1)$$

При цьому величина $\sigma_{ш}$ може бути тільки від'ємною (стиск), і тому в виразі для значення змінною y має відповідати умові:

$$y \geq y_1 = \rho(\varepsilon_{ш}^{'} + \varepsilon_0)$$

Після підстановки (1) в рівняння рівноваги пружної системи та інтегрування отримуємо:

$$\varepsilon_{ш}^{'} + \varepsilon_0)F_{ш}^{*} - \frac{1}{\rho}S_{ш}^{*} + (\varepsilon_{б}^{'} + \varepsilon_0)F_{б} = 0, \quad (2)$$

$$-E(\varepsilon_{ш}^{'} + \varepsilon_0)S_{ш}^{*} + \frac{E}{\rho}J_{ш}^{*} + \frac{E}{\rho}J_{б} = M. \quad (3)$$

Змінний параметр Y_1 дозволяє виразити найбільше напруження стиску в шайбах та найбільше напруження розтягу в болті:

$$\sigma_{ст.ш} = E\varepsilon_{ш}^{'}\frac{(F_{ш}+F_{б})(y_1-\frac{D}{2})}{y_1(F_{ш}^{*}+F_{б})-S_{ш}},$$

$$\sigma_{розт.\sigma} = E\varepsilon_{ш}^{'}\frac{(F_{ш}+F_{б})(\frac{S_{ш}^{*}-y_1F_{ш}^{*}}{F_{б}}+\frac{d}{2})}{y_1(F_{ш}^{*}+F_{б})-S_{ш}^{*})}.$$

Таким чином, задачу можна вважати розв'язаною.

Висновки:

1. Результати розробки дозволили скласти розрахункову схему на визначити екстремальні значення розтягу та стиску в елементах конструкції при чистому згині.

2. Математична модель досліджуваного об'єкту дозволила визначити вантажепід'ємність складеної конструкції з урахуванням змінного параметру, який враховує степінь розкриття шайб.

Кукіль Роман Віталійович, *Вінницький національний технічний університет, студент факультету МТ, гр. 1ІМ-15б, м. Вінниця, e-mail: romankukil@mail.ru*

Лавренюк Вадим Валерійович, *Вінницький національний технічний університет, студент факультету МТ, гр. 1ІМ-15б, м. Вінниця, e-mail: valim.lavrenyuk@mail.ru*

Науковий керівник ***Архіпова Тетяна Федорівна****, к.т.н., доцент кафедри ОМПМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tfarhipova@gmail.com*

Kukil Roman Vitaliyovich*, Vinnitsya National Technical University, student 1IM-15 group, Vinnutsya town, e-mail: romankukil@mail.ru*

Lavrenyuk Vadim Valeriyovich*, Vinnitsya National Technical University, student 1IM-15 group, Vinnutsya town, e-mail: valim.lavrenyuk@mail.ru*

Supervisor ***Tatyana Arkhipova F****., Ph.D., Associate Professor of OMPM, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, e-mail: tfarhipova@gmail.com*

УДК 656.1

В. Є. Перлов[1]
А. Б. Урода[1]

АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОШЛЯХАХ ВІННИЦІ. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ.

[1] Вінницький національний технічний університет;

Анотація
Проаналізовано стан аварійності на автошляхах м. Вінниця та основні причини зростання кількості ДТП.
Ключові слова: безпека руху, ДТП, аварійність.

Abstract
The analysis of accidents on the roads of the city and the main reasons for the increasing number of road accidents.
Keywords: traffic safety, accidents.

Вступ

В зв'язку зі стрімким розвитком автомобільного транспорту в Україні суттєво зросла інтенсивність руху та швидкість автомобілепотоків на автошляхах, що призвело до збільшення аварійності [1].

Метою роботи є аналіз стану аварійності на дорогах міста Вінниця та визначення основних проблем у царині безпеки дорожнього руху.

Результати дослідження

Одним з об’єктивних показників стану безпеки дорожнього руху (БДР) у місті є кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з постраждалими і саме за динамікою цього показнику можна робити висновки про ефективність заходів БДР.

Вінниця в останні роки показує один з найвищих приростів вказаного показнику серед міст України. Зокрема, в 2015 році показало приріст кількості ДТП з постраждалими 61,5% (що є найвищим показником серед обласних центрів, при середньому по країні прирості 11%), а в 2016 році – приріст склав 123,9% (другий за величиною після Запоріжжя приріст, при середньому по країні 51%).

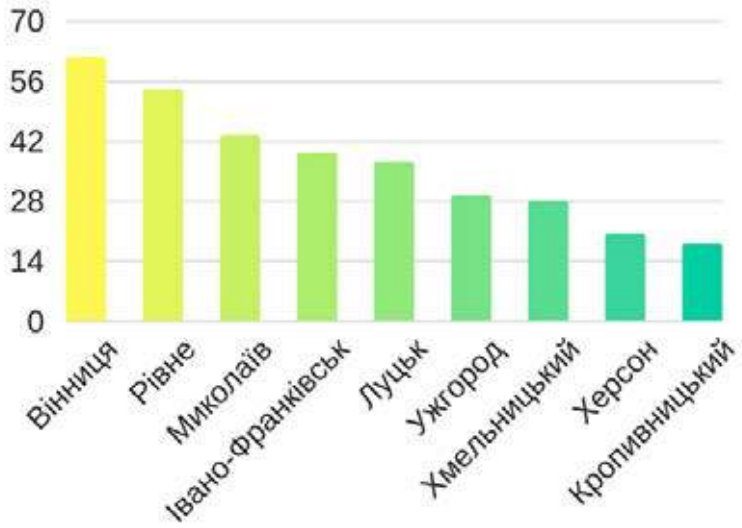


Рис. 1. Приріст кількості ДТП з постраждалими у містах України в 2015 році
(у %, наведено міста з показниками вищими за середній по Україні)

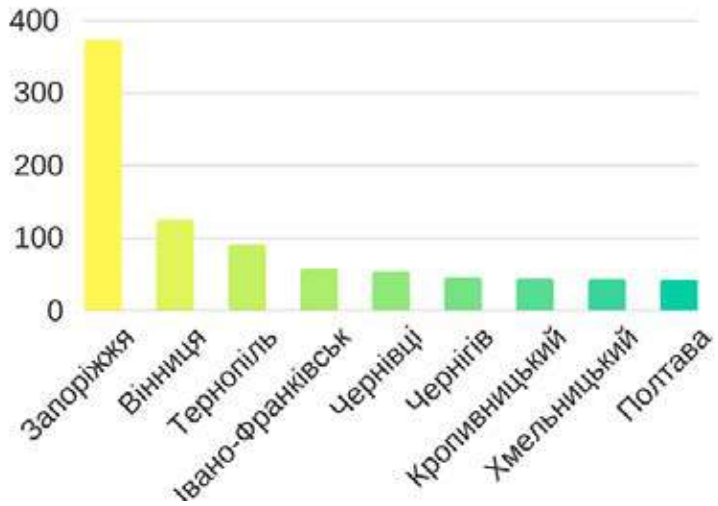


Рис. 2. Приріст кількості ДТП з постраждалими у містах України в 2016 році (у %)

Управління патрульної поліції у м. Вінниці Департаменту патрульної поліції здійснює облік дорожньо-транспортних пригод на вулично-дорожній мережі м. Вінниці, з моменту створення Патрульної Поліції у м. Вінниця. За період з 22.02.2016 по 31.12.2016 на території м. Вінниці було скоєно 349 ДТГІ з потерпілими, в яких 376 осіб травмовано та 20 загинуло.

До основних причин збільшення аварійності можна віднести інфраструктурні (пов'язані з якістю проектування, будівництва і обслуговування дорожньої мережі) та людські (рівень підготовки водіїв та дотримання ними вимог Правил дорожнього руху). Стосовно інфраструктурних причин, основну загрозу несуть роботи з підвищення якості дорожнього покриття, у випадку, коли вони не супроводжуються комплексом заходів із підвищення безпеки дорожнього руху, які компенсують фактор збільшення швидкості автомобілепотоку через покращену якість дорожнього покриття. Для прикладу, облаштування острівця безпеки на пішохідному переході зменшує час перебування пішохода на проїжджій частині, а також сприяє зниженню швидкості автомобілепотоку на ділянці переходу за рахунок звуження смуг руху.

До ділянок з найбільшою аварійністю відносяться переважно магістральні вулиці з інтенсивним автомобілепотоком та багатосмуговим рухом зі значною шириною смуг (Хмельницьке шосе, Київська, Кн.. Коріатовичів, пр-т Коцюбинського тощо). Для прикладу, варто розглянути перехрестя вул. Київська з вул. Стеценко. За період з 22.02.2016 по 31.12.2016 на ньому сталось 11 ДТП з постраждалими, в тому числі 5 за участю пішоходів.

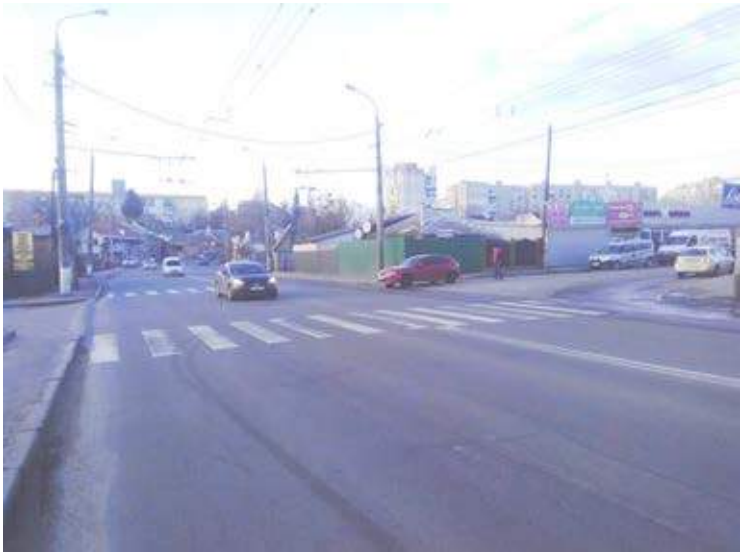


Рис. 3. Фото перехрестя вул. Київська з вул. Стеценко (у напрямку до вул. Чорновола)

Аналіз перехрестя показує два основні фактори, що впливають на стан аварійності – наявність спуску вул. Київська в напрямку до центрального автовокзалу (що сприяє інтуїтивному збільшенню швидкості учасниками руху) та наявність паркану, який обмежує оглядовість для водіїв автомобілів, що рухаються з вул. Стеценко повертаючи ліворуч. Навіть незначне зниження швидкості автомобілів, що рухаються по вул. Київський до зазначеного перехрестя сприяло б зниженню рівня аварійності на ньому. Це може бути досягнуто або встановленням приладів автоматичної відеофіксації швидкості, або встановленням шумових смуг із сферичних обмежувачів швидкості.

При дослідженні ДТП на зазначеному перехресті, ключовим питанням, що визначає причинно-наслідкові зв'язки між діями водіїв і настанням ДТП, є швидкість транспортних засобів на момент зіткнення [2, 3]. Зазвичай визначення невідомої швидкості, незалежно від методу, є доволі тривалим процесом та потребує огляду транспортних засобів з вимірюванням усіх пошкоджень, а також дослідження місця ДТП. В зв'язку з цим, встановлення обладнання автоматичної відеофіксації є вкрай важливим, оскільки дасть змогу встановлювати усі обставини ДТП та її винуватця одразу після моменту скоєння.

Висновки

За останні два роки у Вінниці значно зросла аварійність на автошляхах – приріст кількості ДТП з постраждалими склав біля 185%, що несе загрозу для життя і здоров'я городян, а також призводить до значних економічних втрат.

Заходи з ремонту міських доріг, що призводять до підвищення швидкості транспортного потоку мають відбуватись синхронно з заходами підвищення безпеки дорожнього руху (облаштуванням острівців безпеки, підвищених пішохідних переходів, шумових смуг, антикишень тощо).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. http://www.sai.gov.ua/ua/ua/static/21.htm.

2. Перлов В. Є. Енергія пластичного деформування елементів конструкцій транспортних засобів при ДТП / В. Є. Перлов, І. Ю. Кириця // Вісник машинобудування та транспорту – Вінниця, 2015. - №2. – С. 69–73.

3. Огородников В. А. Алгоритм определения энергии деформации элементов конструкций из листовых материалов / Огородников В. А., Перлов В. Е., Побережный М. И. // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні (Зб. наук. праць ДДМА). – Краматорськ, 2008. – С. 135-140.

Перлов Віктор Євгенійович — канд. техн. наук, доцент кафедри опору матеріалів і прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Урода Анастасія Богданівна — студент групи 2Е-15(б), факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Perlov Viktor E. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of strength of materials and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Uroda Anastasiya B. – student of FEEEM, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.313, 624.014

О. Є. Антонюк
Н. С. Копитко
Л. Л. Гончарук

DURABILITY OF ELEMENTS OF CONSTRUCTION OF TOWER OF ATTRACTION

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Анотація

В роботі представлено результати розв'язання задачі забезпечення надійності виготовлення елементів конструкції башти атракціону. Показано способи розрахунку внутрішніх зусиль в елементах стрижневих систем методами механіки де формівного твердого тіла. Представлений розрахунковий апарат дозволяє оцінити вплив вітрового навантаження на міцність та стійкість споруди.

Ключові слова: міцність, деформація, експлуатаційні напруження, рівняння рівноваги конструкції, вітрове навантаження, механіка деформівного твердого тіла

Abstract. *There are calculations of the internal forces in elements of core systems using the mechanics of deformable solids. It was found the structural scheme of the tower provides the necessary strength and stability margin model. The preposed method of calculation is also possible to determine the internal forces in the support for fixing the tower.*

Keywords: strength, deformation, working stress, wind loading, mechanics of deformable solids

Demand on the high towers of entertainments increases still. They remain the interesting and profitable elements of industry of entertainments. These building must be maximally easy, hard and reliable [1, 2]. At the same time for a survival in the conditions of crisis the producers of entertainments must diminish a prime price the basic constituent of that is resource-demanding. It defined researches of internal efforts in core elements of the cored system of attraction "Tower of spin-scan" by the methods of mechanics of the deformed solid. Thus the important and actual is remained by the search of reasons of loss of durability, inflexibility and firmness of such building, search of rational construction decisions of supporting platforms after determination of the power loading in the weak section of such building, research of their behavior in the conditions of the extreme wind and power loading, development and research of new high-fidelity knots for providing of assembling-disassembling.

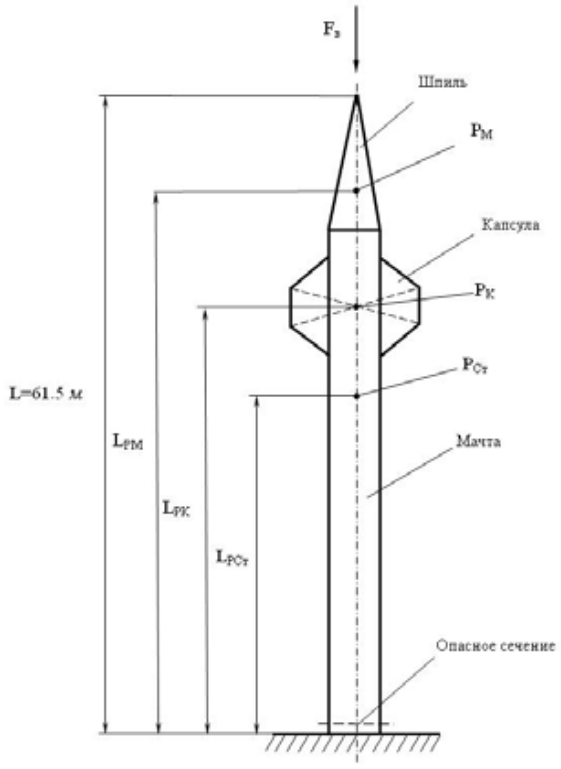


Fig. 1 – The General view of attraction

The calculation of internal efforts in the chimneys of lower, most loaded section of attraction is executed for lower position of capsule at the maximal wind loading of $q_в$ at speed of wind 30 m/s. On a fig. 1 position of weak section is shown.

A calculation chart is shown on a fig. 2. The analysis of internal efforts in a weak section is executed for two variants of the wind loading. Condition of durability of construction:

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_{\max}} \quad adm,$$

where σ_y = 245 MPa – is a limit of fluidity for steel 245,

$\sigma_{\max}$ – is maximal working tension in a support bar.

Minimum margin of safety:

$$n_{adm} = 1{,}5.$$

Maximal internal tension was 161 MPa, consequently, the minimum coefficient of supply (in the maximally loaded bar) responds to the condition:

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_{\max}} = \frac{245}{161} = 1{,}52 \geq n_{adm},$$

that sufficiently for providing of durability of construction.

A calculation on firmness was executed taking into account influence of terms of fixing of the cored system on the size of critical force. The arrow of attraction found out flexibility λ- 67, characteristic for the bars of small flexibility. It confirmed the necessity of determination of critical tensions on the terms of durability within the limits of proportion of material. The use of theory of firmness of building proved on resilient soil, that in the first approaching it is possible to consider that a tower overturns near the size.

This principle is based on assumption, that building does not overturn about the axis of knocking over, if useful (antihunt) moment about this axis, form own weight of building with a platform and weighing there will be a more than maximal moment equipment.

$$M_p = \sum_{i=1}^{n} F_{xi} \cdot h_i ,$$

where F_{xi} – is a horizontal constituent of loading;

h_i – is a height of appendix of horizontal constituent F_{xi};

n – it is an amount of all loading on the cored building.

Calculations on durability are executed on two variants of loading and educed more dangerous variant of the wind loading. The terms of durability for all points of the most loaded section are executed.

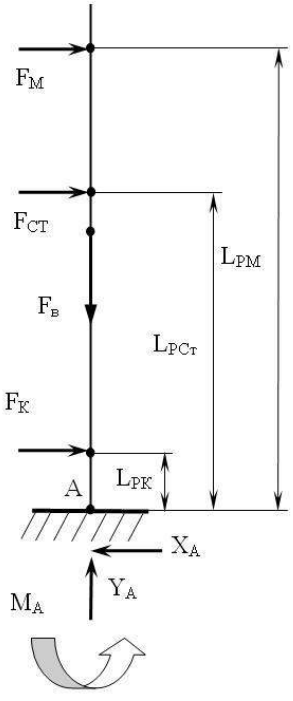


Fig. 2 – The Calculation chart

References

1. ТУ У 13326217.004-2001. Аттракцион – башня с прямолинейным подъёмом до 50 м. Технические условия. – Зарегистрировано 19.06.2001 в Держстандарт Украины; введ. 20.06.2001 – 65 с.
2. ГОСТ Р 52170-2003. Безопасность аттракционов механизированных. Основные положения по проектированию стальных конструкций. – Введ. 01.01.2005 – Госстандарт России, 2005. – 78 с.

***Антонюк Олександра Євгенівна**, студентка гр.Б-15 факультету БТЕГП, ВНТУ, м. Вінниця, e-mail: aleksandra.antonyuk@gmail.com*

***Копитко Надія Сергіївна**, студентка гр.Б-15 факультету БТЕГП, ВНТУ, e-mail: kopytko@i.ua*

***Гончарук Ліза Леонідівна**, студентка гр.Б-15 факультету БТЕГП, ВНТУ, м. Вінниця, e-mail: lizahoncharuk@gmail.com*

*Науковий керівник **Архіпова Тетяна Федорівна**, к.т.н., доцент кафедри ОМПМ, ВНТУ, м. Вінниця, e-mail: tfarhipova@gmail.com*

***Alexander Antonyuk Ye.**, student group B-15 Civil Building Department, VNTU, Vinnutsya town, e-mail: aleksandra.antonyuk@gmail.com*

***Nadiya Kopytko S.**, student group B-15 Civil Building Department, VNTU, Vinnutsya town, e-mail: kopytko@i.ua*

***Liza Honcharuk L.**, student group B-15 Civil Building Department, VNTU, Vinnutsya town, lizahoncharuk@gmail.com*

УДК 621

Мбуім В.П.Брюс,
Н. А. Теймуров

ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНИЙ СТАН ДИСКА, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. В роботі представлено експериментально-розрахункову методику для визначення числа обертів турбінного диска. За даними виміру твердості оцінюється критичне число обертів диску двигуна, при якому відбувається його руйнування.,

Ключові слова: пружно-пластичний стан, напруження, диски газових турбін, твердість, карта матеріалу.

Abstract. The paper presents experimental design methodologies to determine the number of revolutions of turbine disc. According hardness is measured critical speed drive motor, at which its destruction.,

Keywords: elastic-plastic state, tension, drives gas turbines, hardness, material map.

Диски газових турбін при обертанні можуть зазнавати залишкових деформацій, а при критичному числі обертів – навіть руйнуватися. Чи можна по зламках диска після його аварійного руйнування визначити число обертів, при якому диск зруйнувався? Пропонується розроблена авторами методика, за допомогою якої можна розв'язати висунуту задачу. Для цього із застосуванням мобільного твердоміра «Темп-3» (твердість за Лібом) вимірюється твердість на недеформованих ділянках турбінного диска та з використанням співвідношень [1] визначити границю текучості материалу диска за формулою

$$\sigma_{0,2}= 176 + 0{,}33H_0 \tag{1}$$

где $\sigma_{0,2}$ – границя текучості, $H_0 = 462$ – початкова твердість металу сталі 40 ХФА.

Потім формують карту матеріала диска – криву течії в координатах – інтенсивність напружень

$$\sigma_и = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_1-\sigma_2)^2(\sigma_2-\sigma_3)^2(\sigma_1-\sigma_3)^2} \tag{2}$$

інтенсивність деформацій

$$\varepsilon_и = \frac{\sqrt{2}}{3}\sqrt{(\varepsilon_1-\varepsilon_2)^2+(\varepsilon_2-\varepsilon_3)^2+(\varepsilon_1-\varepsilon_3)^2} \tag{3}$$

В формулах (2) і (3) σ_1, σ_2, σ_3 – головні напруження, ε_1, ε_2, ε_3 – головні деформації.

Криву течії металу апроксимуємо виразом

$$\sigma_и = A\varepsilon_и^n, \tag{4}$$

в якому для ізотропних матеріалів коефіцієнт А – інтенсивність напружень при ε = 1, показник степені n — інтенсивність деформацій при максимальному навантаженні на умовній діаграмі розтягування.

Коефіцієнт А за даними [1]

$$A = 1000\exp(-0.0008\,\sigma_{0,2}), \tag{5}$$

а коефіцієнт

$$n = 0{,}35\exp(-0{,}0008A). \tag{6}$$

Для сталі 40ХФА
$\sigma_{0,2}$=329 МПа, А=769 МПа, n =0,19.

Таким чином, отримана крива зміцнення матеріалу диска.

Для визначення напружень в пластичній області матеріалу використаємо диференціальне рівняння руху елементу диска сталої товщини за даними [2]

$$\frac{d\sigma_r}{dr}+\frac{\sigma_r-\sigma_\varphi}{r}+\frac{\gamma\omega^2 r}{g}=0 \tag{7}$$

та умову пластичності

$$\sigma_r^2-\sigma_r\sigma_t+\sigma_t^2=\sigma_и^2\,. \tag{8}$$

В результаті інтегрування рівняння (7), з урахуванням співвідношення (8) для диска с отвором отримаємо

$$\sigma_r=\sigma_и(\varepsilon_и)\left(1-\frac{r_1}{r}\right)-\frac{\gamma\omega^2}{3g}\left(r^2-\frac{r_1^3}{r}\right)\,, \tag{9}$$

де r – поточний радіус, r_1 – радіус отвору диска.

Граничну кутову швидкість обертання визначено з виразу

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{3g\sigma_{\text{и}}(\varepsilon_{\text{и}})}{\gamma(r_2^2+r_1r_2+r_1^2)}} \quad . \tag{10}$$

Для суцільних дисків при $r_1=0$

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{3g[\sigma_{\text{и}}(\varepsilon_{\text{и}})]}{\gamma\, r_2^2}} \quad . \tag{11}$$

Після підстановки в рівняння (10) апроксимації (4), для суцільного диска маємо

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{3gA\ \ \varepsilon_{\text{и}}^n}{\gamma\, r_2^2)}} \quad . \tag{12}$$

Для диска з центральним отвором радіуса r_1 гранична кутова швидкість обертання набуває значення:

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{3gA\sigma_{\text{и}}^n}{\gamma(r_2^2+r_1r_2+r_1^2)}} \quad . \tag{13}$$

В формулах (12), (13) для сталі 40 ХФА значення коефіцієнта A = 769, n = 0,19.

Наведемо приклад розрахунку числа обертів диска зі сталі 40ХФА, при якому він перейде в пластичний стан, який передує настанню руйнування. Припустимо, що диск має розміри r_1= 3 см, r_2=17,4 см, матеріал – сталь 40 ХФА. Діаметр внутрішнього отвору після його руйнування склав d_1^P = 5,7 см. Тоді максимальне значення інтенсивності деформації

$$\varepsilon_{\text{и}} = 2ln\frac{d_1^P}{d_1} = 2ln\frac{6}{5.7} = 0.1026.$$

Після підстановки даних в формулу (13) отримаємо

$$\omega_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{3\cdot980\cdot7690\cdot0{,}1026^{0{,}19}}{0{,}0078(17{,}4^2+17{,}4\cdot3+3^2)}} = 2273 \quad .$$

Число обертів $n = 30\frac{\omega}{\pi} = \frac{30\cdot2273}{3{,}14} = 21718$ об/мин.

Висновки: 1. Розроблена експериментально-розрахункова методика визначення числа обертів турбінного диска. 2. Для випадку аварійної ситуації завжди існує можливість визначення критичної кількості обертів диска, при якому він зазнав руйнування.

Список використаної літератури

1. Огороднiков В. А. Визначення енергії пластичної деформації елементів конструкцій транспортних засобів і параметрів відкриття подушок безпеки при ДТП / В. А. Огороднiков, В. Є. Перлов // Збірка наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – 2009. Вип.3. – С.3-9.
2. Малинин Н. Н. Прочность турбомашин / Н. Н. Малинин. – М. : Машгиз, 1962. – 291 с.

Мбуїм Вільям Патрик Брюс, ст. гр. 1ІМ-15 б, Вінницький національний технічний університет, E-mail: mbouyim3591@yahoo.fr

Теймуров Надір Айдінович, ст. гр. 1ІМ-15 б, Вінницький національний технічний університет, E-mail: tnadir27@gmail.com

Науковий керівник: Огороднiков Віталій Антонович, д.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет, E-mail: va.ogorodnikov@mail.ru

Мережне наукове видання

Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 15. 06. 2017 р.
Гарнітура Times New Roman. Обсяг 10,3 Мб.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,
press.vntu.edu.ua,
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.