

В.П. Сахно, О.В. Диких

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БТР-70П

Анотація. Проведеними експериментальними дослідженнями показано, що максимальна розбіжність у визначенні показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності у всіх випадках, окрім подолання максимального підйому, не перевищує 9,4%. Розбіжність у визначенні кута підйому (13,8%) пояснюється неможливістю знайти випробувальний майданчик з такими кутами підйому. Тому можна вважати доведеним адекватність математичних моделей, що використовувалися для розрахунків показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР, а відповідно і рекомендацій щодо вибору типу силової установки і передаточних відношень трансмісії.

Ключові слова: БТР, тягово-швидкісні властивості, паливна економічність, експериментальні дослідження.

Abstract. The conducted experimental studies show that the maximum discrepancy in determining the indicators of traction-speed properties and fuel economy in all cases, except for overcoming the maximum climb, does not exceed 9,4%. The difference in the determination of the elevation angle (13,8%) is explained by their possibility of finding a test site with such elevation angles. Therefore, the adequacy of the mathematical model used to calculate the indicators of traction-speed fluctuation and fuel economy of armored personnel carriers, and, accordingly, the recommendation regarding the choice of the type of power plant and gear ratios of the transmission can be considered proven.

Keywords: BTR, traction-speed properties, fuel efficiency, experimental research.

Виготовлення та модернізація спеціальної колісної техніки (СКТ) повинні проводитися з додержанням затверджених вимог, зокрема, до наступних показників [1]:

- максимальна швидкість руху по шосе – не менше 85-100 км/год;
- мінімальна стійка швидкість – 2-3 км/год;
- максимальний динамічний фактор на нижчій передачі у КПП та РК – 0,7-0,9, а на прямій передачі – 0,06-0,15;
- вага буксируемого причепа до 70 % від повної маси автомобіля;
- середня швидкість руху по дорогам з твердим покриттям – 40-50 км/г, по ґрунтовим – 30-40 км/год;
- середня швидкість руху по дорогам, які розмоклі та засніжені або колонним шляхам – 15-20 км/год;
- впевнено подолання труднопрохідних ділянок місцевості;
- подолання крутих підйомів до 350, зтяжних спусків, косогорів до 250 , порогових перешкод висотою 0,8-1,0 та ровів шириною 1,0-1,3 радіуса колеса.

Перелічені вимоги повинні виконуватися як при модернізації спеціальної колісної техніки, так і при її переобладнанні. Модернізація включає заміну двигун-трансмісія існуючої моделі на більш сучасну і прогресивну. Переобладнання стосується лише заміни двигунів або трансмісії.

Система «двигун-трансмісія» визначає ступінь пристосованості автомобіля до найбільш ефективного його використання, тобто ступінь реалізації його потенційних властивостей у конкретних умовах експлуатації. Останнім часом ця проблема все частіше розглядається під кутом зору тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності і екологічної безпеки.

У ДП «ХКБМ» було виконано модернізацію виробів БТР-70 та БТР-80 з метою покращення їх тягово-швидкісних та експлуатаційних характеристик, які отримали в подальшому індекси позначення БТР-70М та БТР-3Е1, а також розроблено нові вироби БТР-3 та БТР-4Е. На виробі

БТР-3Е1 замінили дизельний двигун ЯМЗ-238М2 потужністю 240 л. на дизельний двигун німецької фірми DEUTZ BF6M1015FC потужністю 326 л. і замінили механічну п'ятиступінчасту коробку передач на автоматичну гідромеханічну шестиступінчасту коробку передач американської фірми Allison MD 3066. двоступінчастою роздавальною коробкою [2]. У зв'язку з цим дуже актуальним є питання про вибір ефективної моторно-трансмійної установки, що встановлюється в бронетранспортер і відповідає всім вимогам замовника. Окрім механічних та гідромеханічних передач при модернізації СКМ використовують і інші моторно-трансмійні установки, такі як гібридна електромеханічна трансмісія і гідромеханічна трансмісія з мікропроцесорною системою автоматичного управління, електро-механічну трансмісію і чисто електричну трансмісію [2], кожна з яких має свої переваги і недоліки, які потрібно враховувати при модернізації СКТ.

Аналітичні дослідження тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автомобіля БТР-70 при його модернізації шляхом заміни штатних бензинових двигунів на дизелі і штатної трансмісії на запропоновану в роботах [1,2] проведені при деяких допущеннях, зокрема, про коефіцієнт корисної дії трансмісії, про апроксимацію швидкісної зовнішньої характеристики двигуна параболою третього (для потужності) і другого (для крутного моменту) ступеня, про величину коефіцієнта опору кочення тощо. Тому метою експериментальних досліджень явилася перевірка адекватності математичних моделей і вихідних положень, покладених в основу розрахунку параметрів тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності модернізованого автомобіля БТР-70.

При проведенні експериментальних досліджень БТР-70 визначалися основні оціночні показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності.

Програма експериментальних досліджень включала визначення масових і компоувальних параметрів БТР, показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автомобіля.

Об'єктом експериментальних досліджень є модернізований БТР-70 до зразка БТР-70Т, виготовлений та укомплектований Товариством з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича компанія «Техімпекс (далі – ТОВ «НВК «Техімпекс»)), відповідно до комплекту робочої конструкторської документації (далі - РКД). Комплектність зразка відповідає технічній документації на зразок, умовам експлуатації.

Експериментальний зразок був оснащений необхідною контрольно-вимірювальною апаратурою.

Масові і компоувальні параметри дослідного зразка визначалися безпосереднім вимірюванням і відхилень від конструкторської документації не виявлено.

У якості оціночних показників тягово-швидкісних властивостей прийняті максимальна, мінімальна стійка і середня швидкість руху у різних дорожніх умовах, час розгону до максимальної швидкості руху і максимальний підйом, що долається.

Визначення показників економічності проводилося при русі зразка сухою ґрунтовою дорогою не менше 100 км; при русі зразка по бездоріжжю довжиною не менше 100 км; при русі зразка зі швидкістю 70 км/год по дорогам з асфальтним покриттям.

Для підтвердження адекватності математичних моделей, що використовувалися для розрахунку показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР-70 при його модернізації були проведені такі розрахунки за вихідними даними, отриманими при випробуваннях дослідного зразка.

Так, показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності визначалися за методиками, наведеними в роботах [3,4].

Результати як розрахунків, так і випробувань наведені в таблиці.

Таблиця – Порівняльний аналіз результатів аналітичних і експериментальних досліджень

Найменування характеристик	Результати розрахунків	Результати вимірювань	Розбіжність, %
Повна маса, кг	11990	11990	-
Фактор обтічності, Нс ² /м ²	3,64	-	-

Найменування характеристик	Результати розрахунків	Результати вимірювань	Розбіжність, %
ККД трансмісії	0,701	-	-
Максимальна потужність, кВт при частоті хв ⁻¹	2×(115/2400_	-	-
Максимальний крутний момент, Нм при частоті хв ⁻¹	2×(526/1500)	-	-
Максимальна швидкість руху, км/год	75,9	75,3	0,8
Мінімальна стала швидкість, км/год	3,6	3,4	5,6
Середня швидкість при русі по шосе /грунтовій дорозі/ бездоріжжю	48,3/39,2/27,6	45/37/25	6,8/5,6/9,4
Час розгону з місця до швидкості 75 км/год, с.	39,6	42	5,7
Витрата палива, л, на 100 км при русі по дорогах з твердим покриттям / ґрунтовим дорогам / бездоріжжю	29,6/37,2/68,2	32/40/75	7,5/7,0/9,1
Максимальний кут підйому, град	34,8	30	13,8

Аналіз результатів розрахунків і випробувань БТР-70 показав наступне:

максимальна розбіжність у визначенні показників тягово-швидкісних складає 9,4% при русі по бездоріжжю, 13,8% - при подоланні максимального підйому і 7,5% - у всіх інших випадках. Розбіжність у визначенні швидкості руху по бездоріжжю пояснюється тим, що визначити точно опір руху у цьому вибалку не представляється можливим. Розбіжність у визначенні кута підйому пояснюється неможливістю знайти випробувальний майданчик з такими кутами підйому;

максимальна розбіжність у визначенні показників паливної економічності не перевищує 9,1% при русі по бездоріжжю і 7,5% - у всіх інших випробуваннях.

Висновки. Результати експериментальних досліджень свідчать про адекватність математичних моделей, що використовувалися для розрахунків показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР, а відповідно і рекомендацій щодо вибору типу силової установки і передаточних відношень трансмісії.

Список використаних джерел

1. Сахно В.П. До вибору типу двигуна при модернізації БТР-70/В.П.Сахно, Д.М.Яценко, О.В.Диких, В.В.Стельмащук, В.П.Онищук//Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцький НТУ, 2020. - №2(15). – С.134-146.

2. Сахно В.П. До питання створення причіпного автобусного поїзда /В.П.Сахно, О.В.Диких// НТЗ НТУ «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – Київ, вип. 111/112 – 2022. – С. 67–63.

Сахно Володимир Прохорович – доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, svp_40@ukr.net

Диких Олександр Вікторович – аспірант кафедри автомобілів, національний транспортний університет aleksandr.dik@ukr.net

Volodymyr Sakhno – Doctor in Technical Science, Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, svp_40@ukr.net

Oleksandr Dykyh – Postgraduate Student of Automobiles Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, aleksandr.dik@ukr.net