

РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА УСТАТКУВАННЯ З УДАРНО-ВІБРАЦІЙНОЮ ДІЄЮ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ І БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА БУДІВЕЛЬНИХ МАЙДАНЧИКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

У сучасних умовах будівництва однією з важливих задач є забезпечення якості ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей, що є вирішальним фактором для надійності та довговічності будівельних конструкцій. Ця робота зосереджена на розробці інноваційних технологій та устаткування з ударно-вібраційною дією, що покращують процес ущільнення на будівельних майданчиках. Дослідження передбачає аналіз існуючих методів ущільнення, визначення їх переваг та недоліків, а також розробку нових технологічних рішень, які б підвищили ефективність та якість ущільнення. Особлива увага приділяється ударно-вібраційному устаткуванню, яке завдяки своїм властивостям здатне забезпечити рівномірне та глибоке ущільнення матеріалів. Основними результатами роботи є: розробка нових технологічних схем ущільнення з використанням ударно-вібраційних пристроїв; аналіз ефективності застосування нових технологій у порівнянні з традиційними методами; розробка рекомендацій щодо впровадження нових технологій у будівельну практику. Це дослідження спрямоване на вдосконалення процесів будівництва та підвищення якості кінцевих будівельних об'єктів, що сприятиме економії ресурсів і часу, а також підвищенню довговічності і надійності будівельних конструкцій.

Ключові слова: Ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей; інноваційні технології; ударно-вібраційне устаткування; підвищення ефективності та якості ущільнення; підвищення якості ущільнення.

Abstract

In modern construction, one of the important tasks is to ensure the quality of soil and concrete compaction, which is a decisive factor for the reliability and durability of building structures. This study focuses on the development of innovative technologies and equipment with impact-vibration action to improve the compaction process on construction sites. The research includes analysis of existing compaction methods, identification of their advantages and disadvantages, and development of new technological solutions to increase the efficiency and quality of compaction. Special attention is paid to impact-vibration equipment, which due to its properties, can provide uniform and deep compaction of materials. The main results of the work are: development of new technological schemes for compaction using impact-vibration devices; analysis of the effectiveness of using new technologies compared to traditional methods; development of recommendations for the implementation of new technologies in construction practice. This research aims to improve construction processes and increase the quality of final construction projects, which will contribute to resource and time savings, as well as increased durability and reliability of building structures.

Keywords: soil and concrete compaction; innovative technologies; impact-vibration equipment; increased efficiency and quality of compaction; enhanced compaction quality.

Вступ

Перш за все, необхідно відзначити важливість правильного та якісного ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей на будівельних майданчиках. Це є одним із ключових етапів будівельного процесу, оскільки від якості такого ущільнення залежить міцність, надійність та тривалість експлуатації майбутніх будівельних конструкцій.

Нами проводиться розробка новітнього устаткування, яке дозволить якісно, ефективно та швидко ущільнювати ґрунти та бетонні суміші. Пропонуються також нові технології у галузі застосування ударно-вібраційних машин, зокрема, такі машини базуються на використанні гідроімпульсного приводу від гідросистеми базової будівельної техніки, наприклад, як навісне змінне обладнання на гідравлічному екскаваторі або при застосуванні автономної мобільної гідроприводної насосної станції.

Основним вузлом кожної вібраційної або ударно-вібраційної машини, визначаючим ступінь її досконалості, надійності, функціональних можливостей і характер коливань, а також і вартість, є віброзбудувач - пристрій для перетворення підведеної енергії в енергію механічних коливань.

За типом приводу віброзбудувачі поділяють на механічні, електричні, пневматичні, гідравлічні і комбіновані. По типу перетворення енергії, що підводиться, в енергію механічних коливань - на відцентрові, кулачкові, кривошипно-шатунні, електромагнітні, електродинамічні, магнітострикційні, п'єзоелектричні, поршневі, діафрагмові та інші. За спектральним складом збуджуваної вібрації розрізняють: віброзбудувачі із синусоїдальними, бігармонічними і полігармонічними коливаннями. За формою траєкторій точок робочих органів, що приводяться в дію віброзбудувачами, розрізняють:

вібраційні машини з прямолінійними, круговими, еліптичними, гвинтовими та іншими формами коливань. Крім того, вібраційні пристрої поділяються на дорезонансні, резонансні, зарезонансні і міжрезонансні, залежно від співвідношення частот вимушених і власних коливань систем.

Кожна з наведених груп віброзбурювачів характеризується певним діапазоном робочих частот: механічні інерційні – 3...200 Гц; механічні кулачкові або ексцентрикові – 2...300 Гц; пневматичні - до 200 Гц; гідравлічні – 0...10000 Гц; електромагнітні - до 400 Гц; електродинамічні і магнітострикційні - 10-5000 Гц і вище.

Велике число типів віброзбурювачів пояснюється численними технологічними вимогами, що пред'являються до них. Кожний спосіб забезпечення заданого руху робочого органу характеризується певним збурюючим зусиллям і амплітудно-частотною характеристикою. До вібраційних і ударно-вібраційних (В і УВ) вузлів - віброзбурювачів, незалежно від їхнього типу, а також до пристроїв, що забезпечують їхню працездатність, ставляться різні вимоги, основними з яких є: максимальна питома потужність, достатня для виконання технологічної операції; можливість регулювання амплітуди і частоти переміщень; стабільність робочих характеристик в межах встановленого допуску при зміні маси або технологічного навантаження; простота виготовлення і надійність експлуатації; широке використання стандартних джерел постачання потужності.

Сукупності перерахованих вимог задовольняють не всі типи віброзбурювачів, що забезпечують заданий рух робочих органів. Із вживаних на даний час електромеханічних, електромагнітних, пневматичних і гідравлічних віброзбурювачів найбільш ефективно таке перетворення відбувається в дебалансних електромеханічних віброзбурювачах, які і отримали щонайбільше розповсюдження в будівельній, гірничій та інших галузях промисловості. Ці віброзбурювачі відрізняються універсальністю застосування, простотою монтажу і обслуговування, а також низькою вартістю.

Проте, вимоги сучасної техніки до габаритів, маси, регулювання параметрів віброзбурювачів, а також прагнення використовувати вібрації у все більш широкому колі машин і процесів примушують вчених і конструкторів використовувати й інші типи віброзбурювачів, зокрема гідравлічні. Гідравлічні віброзбурювачі, завдяки істотним перевагам гідроприводу і його широкому використанню в сучасних машинах, є перспективними і у багатьох випадках при застосуванні в будівельній та гірничій промисловості виявляються і технічно, і економічно найвигіднішими. Наприклад, в будівельній галузі основними областями застосування гідравлічних віброзбурювачів є технологічні машини ударної і ударно-обертальної дії, ковші активної дії, гідромолоти для подрібнення негабаритів гірських порід і руйнування мерзлих та міцних ґрунтів, віброживильники, віброгрохоти та інше обладнання. На даний час аналогічні пристрої розробляються, випробовуються і серійно виготовляються рядом зарубіжних фірм США, Швеції, Франції, ФРН, Фінляндії, Великобританії, Австрії, Швейцарії, Польщі, Японії та інших країн. В Україні розробка даних пристроїв проводиться рядом підприємств і організацій: Інститутом геотехнічної механіки НАН України ім. М.С. Полякова (м. Дніпро), Київським національним університетом будівництва та архітектури, Вінницьким національним технічним університетом та інш.

Результати досліджень

Застосування в гідравлічних віброзбурювачах робочого тиску 10-32 МПа (в перспективі до 50 МПа) дає можливість отримати привід з високою питомою потужністю. Гідравлічні агрегати мають високий ККД, малу питому масу, що доводиться на одиницю потужності, мають можливість безступінчатого регулювання амплітуди і частоти коливань, з метою вибору оптимального робочого режиму, необхідного відповідно до характеру виконуваного технологічного процесу. В гідросистемах віброзбурювачів даного типу як робочу рідину застосовуються в основному мінеральні мастила, що виключають корозію і збільшують довговічність деталей, що знаходяться в умовах постійного взаємного тертя. Важливою експлуатаційною характеристикою гідроприводів є надійність. Свідченням цьому є широке застосування гідроприводу в транспортному машинобудуванні, авіації, вантажопідійомних пристроях, металорізальному устаткуванні, де надійності надається особлива увага.

Відомі недоліки гідравлічних віброзбурювачів такі, як менша в порівнянні з електромеханічними ефективність перетворення енергії, підвищені вимоги до точності виготовлення, монтажу і обслуговування, вплив температури навколишнього середовища на властивості гідросистеми, висока вартість, обмежують на даний час їхнє досить широке розповсюдження в будівельній галузі, але можуть бути зведені до мінімуму при правильному їхньому проектуванні і застосуванні.

Проведені нами дослідження показали, що застосування ударно-вібраційних машин з гідроімпульсним приводом та відповідна новітня технологія їх використання для ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей дозволить зменшити тривалість часу та енергетичних витрат на цей етап будівельних робіт, а також підвищити якість кінцевої продукції.

Традиційні методи ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей не завжди ефективні та економічно доцільні. Тому було розроблено й апробовано нову технологію, що базується на використанні навісного гідрофікованого устаткування ударно-вібраційної дії з імпульсним гідроприводом. Цей метод дозволяє швидко та ефективно ущільнювати ґрунти та бетонні суміші на будівельних майданчиках, зменшуючи витрати часу та коштів.

Основні переваги нової технології включають в себе: ефективність - ущільнення відбувається швидко та з високою ступенем якості та продуктивності; економічність - метод зменшує витрати на робочу силу та споживання енергії; надійність - гідропривід дозволяє забезпечити стабільність та якість процесу ущільнення. У результаті проведених експериментів та практичних випробувань було підтверджено ефективність нової технології в ущільненні ґрунтів та бетонних сумішей. Подальше впровадження цього методу на будівельних об'єктах може значно покращити продуктивність та якість будівельних робіт.

У подальших дослідженнях планується вдосконалення технології, а також розширення її застосування на різних типах будівельних об'єктів. Надіємось, що новітня технологія ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей стане важливим кроком у сучасній будівельній галузі. Очікується, що ці розробки матимуть великий потенціал у будівельній галузі і можуть стати важливим удосконаленням процесу ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей.

Висновки

Проведені дослідження підтвердили, що використання ударно-вібраційних пристроїв суттєво підвищує ефективність ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей. Це дозволяє досягти більшої щільності та рівномірності ущільнення, що сприяє підвищенню надійності будівельних конструкцій. Використання нових технологій ущільнення дозволяє суттєво знизити час та витрати на проведення будівельних робіт. Це зумовлено швидкістю та ефективністю процесу ущільнення з використанням ударно-вібраційних пристроїв. Застосування інноваційних технологій ущільнення сприяє підвищенню якості будівельних матеріалів, що впливає на довговічність та стійкість конструкцій до зовнішніх факторів. На основі проведених досліджень розроблено рекомендації для впровадження ударно-вібраційних пристроїв у будівельну практику. Ці рекомендації включають технічні параметри, умови застосування та методи контролю якості ущільнення.

Таким чином, впровадження інноваційних технологій та устаткування з ударно-вібраційною дією для ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей на будівельних майданчиках може суттєво покращити якість будівельних робіт, знизити витрати і підвищити ефективність процесу будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загребя В. П. Формування бетонних і залізобетонних виробів методом пульсуючого пресування бетонних сумішей. Монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. 37 с.
2. Патент на корисну модель № 17231 У Україна, МПК6 B28B 1/08. Гідравлічний вібратор для глибинного бетонної суміші / Коц І. В., Сліпенька О.П., Сторожук С.Б., Ніколайчук І.І.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u200603245; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9
3. Патент на корисну модель № 73079 У Україна, МПК6 B28B 1/093. Ущільнювач ударно-вібраційної дії для формування жорстких бетонних сумішей / Коц І. В., Бадьора Н. П., Сторожук С.Б.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u201202375; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17.

Сторожук Сергій Болеславович, аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: tovgran@gmail.com

Куриленко Юрій Петрович, аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: urakurilenko1@gmail.com

Коц Іван Васильович, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivvkots@ukr.net

Storozhuk Serhiy Boleslavovich, postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: tovgran@gmail.com

Kurylenko Yuriy Petrovich, postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: urakurilenko1@gmail.com

Kots Ivan Vasilyevich, PhD (Eng.), Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivvkots@ukr.net