

Експериментальне дослідження навісного гідроприводного ударно-вібраційного обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено параметри гідроприводу навісного ударно-вібраційного обладнання для спорудження монолітних будівельних конструкцій із жорстких бетонних сумішей. Встановлені закономірності ударної силової взаємодії при зануренні робочого органу обладнання – пустотоутворювача із ущільнюваним середовищем.

Ключові слова: ударно-вібраційне обладнання, гідропривод, пустотоутворювач, вироби із монолітного бетону, жорстка бетонна суміш

Abstract

Parameters studied of shock and vibration mounted equipment with hydraulic drive for monolithic construction of building structures with hard concrete mix. The regularities of impact force interaction with the of the working body submerged equipment - creator of voids into compaction environment.

Keywords: shock and vibration mounted equipment, hydraulic drive, creator of voids, products from monolithic concrete, hard concrete mix

Актуальність роботи.

Виконання будівництва при використанні залізобетонних виробів, в тому числі, штучних чи деревних матеріалів вимагає додаткових трудових витрат і застосування обладнання. Окрім того, таке будівництво ще також характеризується підвищеною вартістю будівельних матеріалів і відносно повільними темпами зведення будівель. Застосування монолітного бетону – це один із способів здешевлення, а також й прискорення будівельних процесів. Ще одна із основних особливостей, відмінностей та переваг такого способу будівництва із монолітного бетону – можливість виготовлення матеріалів і виробів різної висоти із них методом послідовного нарощування безпосередньо на будівельному майданчику, що суттєво впливає як на собівартість, так і на якість, а також швидкість виконання підготовчих і основних робіт. Вивчення досвіду проведення будівництва при застосуванні монолітного бетону, зокрема, із жорстких бетонних сумішей показало, що вирішити проблему подальшого зниження трудомісткості і підвищення якості при ущільненні таких сумішей можливо при використанні віброімпульсних технологій формування конструкцій. Застосування віброімпульсної технології дозволяє значно знизити величину питомої змушуючої сили вібратора, час і трудомісткість процесу ущільнення. Відомі із публікацій технології базуються на ефектах сумісного впливу на бетонну суміш як гармонійних вібраційних коливань, так і ударних імпульсів, які забезпечують досягнення необхідної міцності і щільності бетону при значенні змушуючої сили віброзбуджувача в 4-5 разів меншої, ніж за традиційної технології ущільнення [1,3,4].

Метою роботи є розробка технологічних процесів та відповідного технічного обладнання, а саме навісного гідроприводного устаткування з гідроімпульсною системою керування, для ударно-вібраційного формування монолітних бетонних конструкцій, в тому числі, фундаментів та стін підвалів житлових, громадських і промислових споруд, що будуть забезпечувати зниження трудомісткості, зменшувати тривалість зведення, вартість і сприятимуть покращенню умов праці при виконанні будівельних робіт.

Як показали проведені нами експериментальні дослідження застосування ударно-вібраційних технологій дозволяє при використанні жорстких бетонних сумішей (жорсткістю 10-40 секунд) бетонувати конструкції з негайним зняттям опалубки в умовах виконання робіт на будівельному майданчику, що знижує трудомісткість до 30%, а витрати на заробітну плату на приблизно на 20-25%. Згідно вказаній технології можна формувати одиночні фундаменти (згідно ГОСТ 240022- 80) та палеві ростверки об'ємом до 1,5 м³, стрічкові фундаменти, стіни підвалів та інші подібні конструкції.

Гідроприводне ударно-вібраційне обладнання просте у виготовленні і надійне в роботі. Повний цикл формування, наприклад, бетонних пустотілих блоків (об'ємом $0,65 \text{ м}^3$) складає не більше 6-12 хвилин, при чисельності ланки бетонувальників – 2 роб., тобто змінна виробка може сягнути $16-20 \text{ м}^3$ на одного працівника. Можливість формування пустотілих конструкцій дозволяє в частині випадків економити до 25% бетону.

В результаті проведеного аналізу відомих технологій зведення заглибленої частини малоповерхових споруд було встановлено, що вони відрізняються відносною складністю. Відсутні конкретні технічні рішення, що дозволяють за допомогою лише однієї установки (машини) виконати весь комплекс операцій по зведенню конструкцій монолітних основ і фундаментів. Тому існує потреба в більш досконалих технологічних рішеннях, що забезпечують зниження вартості, зменшення трудомісткості робіт при збільшенні надійності, а також можливість застосування пристрою (машини) при зведенні інших різновидів будівельних конструкцій з використанням жорстких бетонних сумішей.

Нами запропонована конструкція ущільнювача ударно-вібраційної дії для формування жорстких бетонних сумішей [2], яка містить опорну плиту з пустотоутворювачем, з розташованими всередині стержневим віброводом. Опорна плита закріплена за допомогою напрямних з фіксаторами. Пристрій також містить рухому інерційну масу з стержневим віброводом у нижній частині, яка підпружинена силовою пружиною і з'єднана через внутрішню порожнину з верхньою частиною рухомої інерційної маси, відносно верхньої траверси, яка за допомогою напрямних прикріплена до нижньої частини опорної плити з пустотоутворювачем. На опорній плиті встановлені силові плунжерні гідроциліндри, плунжери встановлені з можливістю контакту з опорною поверхнею рухомої інерційної маси. Внутрішні робочі порожнини силових плунжерних гідроциліндрів гідравлічно зв'язані із привідною гідросистемою, до якої підключено імпульсний клапан керування, що налаштований на періодичне відкриття-закриття зв'язку напірної гідролінії гідросистеми, і з'єднання її зі зливом. Принцип роботи устаткування полягає в ударно-вібраційному спонуканні заглиблення пустотоутворювачів у жорстку бетонну суміш. В результаті цього масив бетонної суміші одночасно ущільнюється і в ньому утворюються пустоти, які потім по чергово заповнюються при подальшому нарощуванні переставної опалубки. Так формуються основи будь-якої висоти в залежності від виробничих потреб.

В НДІ гідродинаміки Вінницького національного технічного університету були проведені експериментальні дослідження. За результатами яких встановлено взаємозалежності між основними робочими параметрами і характеристиками основного виконавчого механізму ударно-вібраційної дії, його гідравлічного приводу та гідроімпульсної системи керування. Особлива увага була звернута на встановлення закономірностей взаємодії виконавчого робочого органу із оброблюваним технологічним середовищем, а саме на занурення пустотоутворювача в масив будівельного виробу із жорсткої будівельної суміші. На підставі результатів проведених дослідів були виведені аналітичні залежності, які пояснюють фізичні основи виникнення сил опору при заглибленні пустотоутворювача, а також надають можливість визначення необхідних енергетичних витрат на здійснення такої роботи. Отримані результати були використані як вихідні та граничні дані для виконання математичного моделювання динаміки робочого процесу механізму ударно-вібраційної дії з гідроприводом. За підсумками і порівнянням експериментальних і теоретичних досліджень були розроблені практичні рекомендації щодо конструювання дослідного устаткування і проведення його випробувань у виробничих умовах.

Висновки.

1. Розроблене конструктивне виконання експериментального і дослідного навісного обладнання з гідроімпульсним приводом від базової гідрофікованої вантажопідйомної машини.
2. Виконано експериментальну перевірку функціонування устаткування, яка підтвердила придатність і економічну доцільність цього устаткування до практичного застосування.
3. Встановлені закономірності силовій взаємодії виконавчого робочого органу – занурюваного пустотоутворювача із масивом ущільнюваного середовища – жорсткої бетонної суміші, які покладені в основу вихідних і граничних даних математичних моделей динаміки робочого процесу ударно-вібраційного устаткування навісного гідро-приводного обладнання.
4. Отримані результати експериментальних та виробничих випробувань покладені в основу вдосконалення методики розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також використані при відпрацюванні технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загреба В. П. Формування бетонних і залізобетонних виробів методом пульсуючого пресування бетонних сумішей / В. П. Загреба, І. Н. Дудар // Монографія. – Вінниця. : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 37 с.
2. Патент на корисну модель № 73079 У Україна, МПК₆ В28В 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.
3. Маслов А. Г. Теоретические основы вибрационного уплотнения цементобетонных смесей / А. Г. Маслов, А. Ф. Иткин // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2004. – Вип. 5/2004 (28). – С. 45 – 49.
4. Маслов А. Г. Исследование режима работы вибрационных пустотообразователей для формирования многопустотных панелей перекрытия / А. Г. Маслов, А. Ф. Иткин // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Випуск 16, 2005. – С.142 – 147.

Сторожук Сергій Болеславович – аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: tovgran@gmail.com

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivkots@i.ua

Sergiy B. Storozuk – postgraduate, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tovgran@gmail.com.

Ivan V. Kots – Ph. D., professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivkots@i.ua