

Дослідження режимів ущільнення бетонних сумішей глибинними вібраторами з гідроімпульсним приводом

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Якість і довговічність звичайного бетону безпосередньо залежить від кількості та форми порожнеч, тому, щоб отримати міцний бетон, необхідно зменшити кількість повітря, що затримується всередині бетону, що зазвичай робиться за допомогою вібрації бетону на стадії змішування або стадії лиття. Розроблене навісне вібраційне обладнання з гідравлічним приводом від базової гідрофікованої вантажопідійомної машини. Проведені випробування, які підтвердили придатність і практичну доцільність цього устаткування до застосування у будівельній галузі.

Ключові слова: бетон, бетонні суміші, вплив вібрацій, глибинне ущільнення, гідропривод, віброзбуджувач

Annotation

The quality and durability of normal concrete directly depends on the number and the shape of voids, so, in order to produce durable concrete, it is necessary to reduce the amount of air that is trapped inside the concrete, which is usually done by vibrating the concrete in the mixing stage or the casting stage. Developed mounted vibration equipment with hydraulic drive from the basic hydrated lifting machine. Tests were conducted, which confirmed the suitability and practical feasibility of this equipment for use in the construction industry.

Keywords: concrete, concrete mixes, influence of vibrations, deep consolidation, hydraulic drive, vibrating exciter

Вступ

Бетон – це результат прагнення виготовити міцний та дешевий будівельний матеріал, який би забезпечив швидке та недороге будівництво з прийнятною довговічністю конструкції. Перша мета по суті була досягнута, тоді як у питанні міцності бетон все ще відстає від свого зразка для наслідування: природного каменю. Ось чому в сучасних вимогах довговічність приймається як параметр якості, настільки ж важливий, як параметри стабільності конструкції.

Вперше вібрування в бетоні було запропоновано в 1951 році французьким інженером Еженом Фрейсіне. Спосіб виявився настільки ефективним, що з того стали застосовуватися на будівельних об'єктах у всьому світі. З того часу, коли L'Hermite перевіряв вплив вібрацій на поведінку свіжого бетону, до цього часу було багато робіт на цю тему. Однак все ще можливо стверджувати, що теорія та механізм коливань у бетоні, тобто кореляція між джерелом коливань та поведінкою свіжого бетону, недостатньо вивчена [7-10]. Глибинні вібратори призначені для видалення повітря з бетонної суміші. Будівельники часто називають глибинні вібратори «зануреними». На будівельному майданчику при монолітних роботах глибинні вібратори для бетону – просто незамінний пристрій. Це завдяки тому, що глибинні вібратори для бетону здатні істотно заощадити час, необхідний для виконання будівельних робіт, а також ще й підвищити текучість бетону та рівномірно розподілити бетонну суміш за опалубкою.

Відомі глибинні віброущільнювачі бетонних сумішей, що містять двояковипуклі корпуси з розміщеними в них дебалансними віброзбудниками коливань [2]. Зокрема, відомо ряд технічних рішень в яких застосовуються електромагнітні вібратори з рухомими стінками, що містять корпус в вигляді двох зв'язаних по периметру гнучких мембран і розміщений між ними віброзбудники

коливань [7,8]. До недоліків цих відомих пристроїв відносять недостатню інтенсивність процесу ущільнення бетонної суміші, причому, відсутність коливань рамки і значні поперечні розміри вібраторів, що викликані розміщенням між діафрагмами віброзбудника коливань, ускладнюють процес занурення останніх в бетонну суміш.

Виклад основного матеріалу

Мета запропонованої розробки – інтенсифікація процесу ущільнення. Ця мета досягається тим, що в пристрої для глибокого віброущільнення бетонних сумішей, що містить порожнистий з гнучких пластин корпус, всередині розміщений збудник спрямованих коливань, кожна гнучка пластина корпусу виконана з конічним виступом, внутрішня поверхню якого контактує з елементом шарнірної опори з одним з торців збудника спрямованих коливань, а жорсткість однією з гнучких пластин перевищує жорсткість іншої. Опора виконана у вигляді кульового шарніра.

На рисунках зображено пристрій для глибокого віброущільнення з гідроімпульсним приводом [1, 4, 6]: загальний вигляд показаний на рис.1; на рис. 2 – розріз по Б-Б на рис. 1; розріз по А-А на рис. 1.

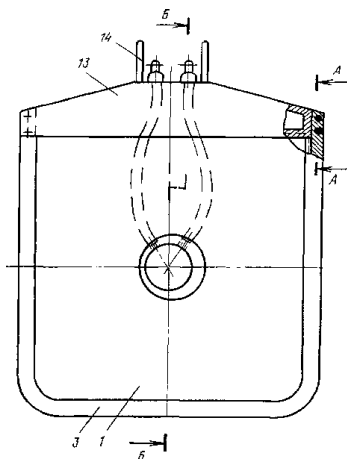


Рис. 1

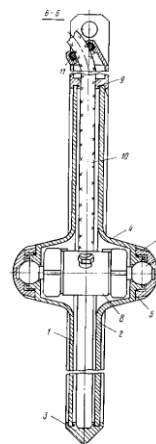


Рис. 2

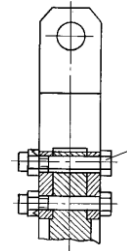


Рис. 3

Рисунки: Пристрій для глибокого віброущільнення з гідроімпульсним приводом

Пристрій для глибокого віброущільнення бетонних сумішей містить порожнистий корпус з гнучких пластин 1 і 2, пов'язаних по периметру рамкою 3, виконаної у вигляді вигнутого трикутного профілю з пазами. Гнучкі пластини 1 і 2 облаштовані з конічними виступами 4, днищами 5, які виконані сферичними і в них за допомогою гайок 6 змонтовані кульові шарніри 7. Між останніми розміщений гідроприводний віброзбудник 8 спрямованих коливань.

Гнучкі пластини 1 і 2 виконані з різною жорсткістю, причому жорсткість однієї з них перевищує жорсткість іншої приблизно у 1,5...2 рази. З огляду на нерівні жорсткості гнучких пластин 1 і 2, гідроприводний віброзбудник спрямованих коливань 8 чинить силову дію на пластини з однаковими і протилежно направленими зусиллям, що викликає їх нерівні амплітуди коливань (тобто прогини – пружні деформації пластин), які створюють, в свою чергу, нерівний динамічний тиск бетонної суміші по обидві площині пристрою. В результаті цього корпус зміщується до рівноважного положення в сторону меншого динамічного опору, створюючи при цьому врівноважений вплив на бетонну суміш всією площиною корпусу, в тому числі і рамкою 3. Коливання всієї площини корпусу пристрою сприяють інтенсивному ущільненню бетонної суміші, а коливання рамки 3 прискорюють процес занурення його в бетонну суміш.

Нижня межа коливань обирається, виходячи з мінімальної амплітуди коливань пластин (тобто прогини в межах пружних деформацій), яка здатна чинити силову дію на бетонну суміш. Верхнє відношення жорсткості є найбільш ефективним, так як дозволяє реалізувати максимально можливу допустиму амплітуду коливань рамки, що, в свою чергу, дозволить здійснювати найбільш інтенсивний процес занурення в бетонну суміш. По периметру гнучкої пластини розташовані заокруглення, які входять в паз рамки 3. Герметичність з'єднання забезпечується ущільненням 9. Трубопровід 10 високого тиску з герметизуючи ми ущільнювачами 11 з'єднує гідроприводний віброзбудник 8 направлених коливань з джерелом тиску з привідною насосною станцією та генератором гідравлічних імпульсів тиску робочої рідини (не показаний). У верхній частині вільні кінці рамки 3 пов'язані болтами 12 з траверсою 13, на якій закріплені кронштейни 14 для кріплення пристрою.

Пристрій для глибинного віброущільнення працює так. Робоча рідина, що під змінним тиском, керування яким здійснюється генератором гідравлічних імпульсів, від насосної станції подається до гідроприводного віброзбудника 8 спрямованих коливань, викликає його зворотньо-поступальні рухи із заданою амплітудою і частотою. Через кульові шарніри 7 коливання передаються на гнучкі пластини 1 і 2, які деформуються в межах пружної деформації на величину власного прогину, відповідно до пропорційності їх жорсткостей, але в сумі рівно до величини робочого ходу гідроприводного віброзбудника спрямованих коливань. При попередньому зануренні пристрою в більш щільне середовище, ніж повітря, наприклад, в бетонну суміш, на глибину занурення понад висоти рамки 3, нерівномірні амплітуди коливань гнучких пластин починають створювати нерівномірний динамічний тиск по обидві сторони корпусу, викликаючи його коливання. Вібрація корпусу, в тому числі, рамки 3, сприяє інтенсифікації ущільнення бетонної суміші і подальшого (після попереднього) занурення пристрою в бетонну суміш. Незначні поперечні розміри корпусу зменшують зусилля першого початкового занурення в бетонну суміш на висоту рамки, а при вилученні з бетонної суміші не створюють незатоплених порожнин.

Таким чином, з'єднання гідроприводного віброзбудника коливань з днищем кожного кінцевого виступу за допомогою кульової шарнірної опори збільшує довговічність гнучких рухомих деталей, а також місць з'єднання кінцевих виступів з кожною пластиною. У даній конструкції кожна гнучка пластина з кінцевим виступом виконана з можливістю повертатися на кульовому шарнірі, а вигинальний момент в місцях контакту при цьому розподіляється по всій площині пластини. Форма виступу у вигляді усіченого конуса (з похилою бічною поверхнею) створює складову збудуючого зусилля від гідроприводного віброзбудника коливань, що спрямоване у напрямку занурення в товщу бетонної суміші (перпендикулярно до дії віброзбудника). Ця складова сприяє інтенсивному зануренню виступу в бетонну суміш, що в кінцевому рахунку дозволяє інтенсифікувати процес ущільнення бетонної суміші.

Відповідним налагодженням генератора гідравлічних імпульсів тиску робочої рідини, а також регулюванням продуктивності привідного насоса, можна в широких межах змінювати робочі параметри віброущільнення здійснюваного гідроприводним віброзбудником глибинного вібратора внаслідок зміни частоти і амплітуди коливань корпусу 3 пристрою та гнучких пластин 1 і 2, тривалості проходження силового імпульсу в ущільнюваному середовищі.

Висновки

Згідно запропонованого конструктивного рішення був виготовлений лабораторний зразок у вигляді навісного змінного устаткування на гідравлічний екскаватор, попередні випробування якого показали його високу ефективність при ущільненні бетонних сумішей у виробничих умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент на корисну модель № 17231 U Україна, МПК6 B28B 1/08. Гідравлічний вібратор для глибинного ущільнення бетонної суміші / І.В. Коц, О.П. Сліпенька, С.Б. Сторожук, І.І. Ніколайчук.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u200603245; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9.
2. А.с. СССР № 340759, М.Кл. B28b 21/08, E04g 21/08. Глубинный виброуплотнитель / О. А. Савинов, Н.Я. Цукерман, А.А. Равкин, Б.Г. Гольдштейн и др.; заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – № 1409231; заявл. 02.03.1970; опубл. 05.06.1972, Бюл. № 18.
3. А.с. СССР № 1090827, М.Кл. E04g 21/08, B28b 21/08. Устройство для глубинного виброуплотнения бетонных смесей / А.Н. Вишневков; заявитель: Пермский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института буровой техники. – № 3465320/29-33; заявл. 06.05.1982; опубл. 07.05.1984, Бюл. № 18.
4. А.с. СССР № 1728440, М.Кл. E04g 21/08. Устройство для глубинного виброуплотнения бетонных смесей / И.В. Коц, В.С. Павленко; заявитель Винницкий политехнический институт – № 4666921/33; заявл. 27.03.1989; опубл. 23.04.1992, Бюл. № 15.
5. Maslov O. The Theory of Concrete Mixture Vibratory Compacting / O. Maslov, Janar Batsaikhan, Yu. Salenko. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol. 7 (3.2) – p.p. 239–244.
6. Иванов М. Е. Гидропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / М. Е. Иванов, И. Б. Матвеев, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. А. Пишенин, И. В. Коц // Монография. – Москва : Машиностроение, 1977. – 174 с.
7. Neville AM. *Properties of Concrete*. Pearson Education Limited; 2000. [[Links](#)]
8. Wunsch O. Oscillating sedimentation of spheres in viscoplastic fluids. *Rheologica Acta*. 1994; 33:292-302. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00366955>
9. American Concrete Institute – ACI. ACI Committee 309: *Behaviour of Fresh Concrete During Vibration*. *ACI Journal*. 1981; 78(1):36-53.
10. American Concrete Institute – ACI. ACI Committee 309: *Behaviour of Fresh Concrete During Vibration*, Reapproved. ACI; 1998; 96(1):51-62.

Куриленко Юрій Петрович - аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: urakurilenko1@gmail.com

Коц Іван Васильович, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ivan.kots.2014@gmail.com

Kurilenko Yuriy P., graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: urakurilenko1@gmail.com

Kots Ivan V., PhD, professor of of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: ivan.kots.2014@gmail.com

