

**ЗАХИСТ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД
ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКРАНІВ-ФУНДАМЕНТІВ
З ДРІБНОЗЕРНИСТИХ НАДЖОРСТКИХ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ**

Данелюк В.І., к.т.н., доцент,
Гострик А.М., магістр,
Одеська державна академія будівництва та архітектури
daneliuk.vadim@gmail.com

Главацький І.О.,
Бендерський політехнічний філіал ПДУ ім. Т.Г. Шевченко

Анотація. Висвітлено новий спосіб та виконано дослідження укладання та ущільнення бетонних сумішей за допомогою метального пристрою. Розроблений метальний пристрій дозволяє проводити укладання з ущільненням наджорстких бетонних сумішей без використання добавок. Для захисту підземної частини будівель, як правило, використовують гідроізоляцію. Строк служби гідроізоляції значно менше за строк експлуатації споруди. Авторами запропонована нова технологія влаштування монолітних бетонних та залізобетонних підземних конструкцій.

Ключові слова: наджорсткі бетонні суміші, дрібнозерністі бетони, метальний пристрій, укладання та ущільнення бетонної суміші, захист конструкцій.

**ЗАЩИТА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
С ПОМОЩЬЮ ЭКРАНОВ-ФУНДАМЕНТОВ
ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СВЕРХЖЕСТКИХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Данелюк В.И., к.т.н., доцент,
Гострик А.Н., магистр,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
daneliuk.vadim@gmail.com

Главацкий И.А.,
Бендерский политехнический филиал ПГУ им. Т.Г. Шевченко

Аннотация. Освещен новый способ и выполнено исследование укладки и уплотнения бетонных смесей с помощью метального устройства. Разработанное метальное устройство позволяет производить укладку с уплотнением сверхжестких бетонных смесей без использования добавок. Для защиты подземной части зданий, как правило, используют гидроизоляцию. Срок службы гидроизоляции значительно меньше срока эксплуатации сооружения. Авторами предложена новая технология устройства монолитных бетонных и железобетонных подземных конструкций.

Ключевые слова: сверхжесткие бетонные смеси, мелкозернистые бетоны, метальное устройство, укладка и уплотнение бетонной смеси, защита конструкций.

PROTECTION OF UNDERGROUND SPACE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS BY MEANS OF SCREENS FROM FINE-GRAINED SUPERRIGID CONCRETE

Danelyuk V.I., PhD., Assistant Professor,

Gostryk A.M., Master,

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

daneliuk.vadim@gmail.com

Glavatsky I.A.,

Bender polytechnic branch of the PSU named after. T.G. Shevchenko

Abstract. A new way and research of laying and compaction of concrete mixes with the help of the throwing device is spotlighted and carried out. It is known that at the W/C small values in case of high-quality compaction it is possible to receive fine-grained concrete of more durability than usual concrete. At the same time, at the increased W/C values fine-grained concrete loses durability. In turn the W/C small values significantly influence decrease of mobility of concrete mixes that significantly influences on the placeability's indicator, that is ability to fill a form or a timbering and to be condensed.

The developed throwing device allows to perform the laying with compaction of superrigid concrete mixes without use of additives. Novelty of a way is that one-stage of concrete works production process instead of traditional two-phases is entered, that is, measuring, mixing and the laying in a form (timbering) unite in the only production cycle. At the same time labor input, operating time of machines and energy consumption is considerably reduced.

For protection of underground space of buildings, as a rule, waterproofing is used. Service life of a waterproofing is much less than the term of a construction operation. Authors offered new technology of monolithic concrete and reinforced concrete underground constructions mounting which do not need waterproofings and do not reduce the term of a construction operation.

Keywords: superrigid concrete mixes, fine-grained concrete, throwing device, placing and compacting the concrete mix, protection of structures.

Постановка проблеми. Відомо, що при малих значеннях В/Ц у разі якісного ущільнення можна отримати дрібнозернистий бетон з міцністю більшою ніж у звичайних бетонів. В той же час, при великих значеннях В/Ц дрібнозернисті бетони мають меншу міцність в порівнянні із звичайними бетонами. В свою чергу малі значення В/Ц істотно впливають на зниження рухливості бетонних сумішей, що суттєво впливає на показник легкоукладальності, тобто здатність заповнювати форму або опалубку та ущільнюватися [1]. Легкоукладальність є одним з найважливіших технологічних показників при роботі з наджорсткими бетонними сумішами [2, 3]. Встановлено, що традиційні способи і обладнання технології бетонування та укладання жорстких бетонних сумішей дозволяють отримувати достатньо щільні та міцні бетони в умовах будівельного майданчика. Однак, відомі способи мають високу трудомісткість, низьку продуктивність, велику енергоємність, обмеження у використанні, негативний вплив вібрації на розташоване поблизу обладнання і т.д. Розроблений авторами металевий пристрій та технологія мають ряд переваг над існуючими технологіями і застосовується для укладання ущільненням бетонних сумішей в масиви, форму або опалубку. До області застосування металевих пристроїв входять улаштування фундаментів, захисних екранів, монолітних стін та балок, виготовлення паль, плит, та тонкостінних конструкцій підвищеної міцності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями безвібраційних методів укладання бетонної суміші присвячені праці Я.Л. Капланського, М.Г. Дюженко, І.А. Емельянової, В.С. Плоськиного [4 – 9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. В останні роки розвиток безвібраційних методів укладання бетонної суміші суттєво знизився. Авторами були знайдені принципово нові вирішення технічних засобів для технологічних процесів бетонування з використанням дрібнозернистих бетонних сумішей підвищеної жорсткості.

Тільки завдяки розробці нового металевго обладнання, які оснащені замість жорстких пластинчатих лопатей еластичними трубчастими елементами (рис. 1), вдалося отримати теоретичні і практичні результати, що дозволили обґрунтувати оптимальні параметри технологічного процесу бетонування і завершити розробку ефективної безвібраційної технології бетонування, що забезпечує гранично можливу ступінь ущільнення компонентів дрібнозернистої бетонної суміші, суть якої полягає в майже миттєвому гальмуванні потоку дискретних частинок бетонної суміші, що складається із зерен цементу, заповнювача і води у вигляді найдрібніших краплин аерозоля і миттєвому об'єднанні їх в єдине ціле – шар свіжоукладеного дрібнозернистого бетону з мінімально-можливою пористістю [10, 11].

Мета статті. Метою даної статті є удосконалення зведення підземних конструкцій споруд за допомогою нового способу укладання наджорстких бетонних сумішей.

Виклад основного матеріалу досліджень. Розроблений металевий пристрій дозволяє поєднувати окремі технологічні операції при укладанні та ущільненні бетонних сумішей. Розглянемо конструктивно-технологічну схему металевго пристрою (рис. 2) [12].

Металевий пристрій включає завантажувальне пристосування, що складається з витратного бункера 1 та живильника 2, які змонтовані на рамі 3, пристосування для попереднього розгону бетонної суміші, що встановлене над роторними металевкими паралельно до них та складається з двох гладких обгумованих роторів 4 і 5, пристосування для зрошування бетонної суміші водою, що поступає в міжроторний простір роторних металевких і складається з двох груп відцентрованих форсунок 6 і 7, розташованих між пристосуванням для попереднього розгону бетонної суміші і роторними металевкими 8 і 9 з приводом 10.

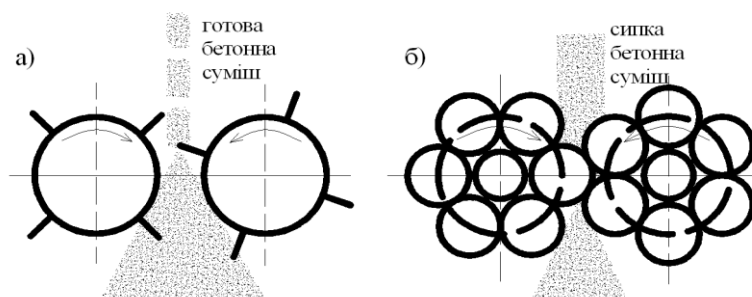


Рис. 1. Схеми металевго обладнання агрегатів безвібраційного (струменевого) бетонування:
а – із жорсткими пластинчатими лопатями (традиційне рішення);
б – із еластичними трубчастими елементами (нове рішення)

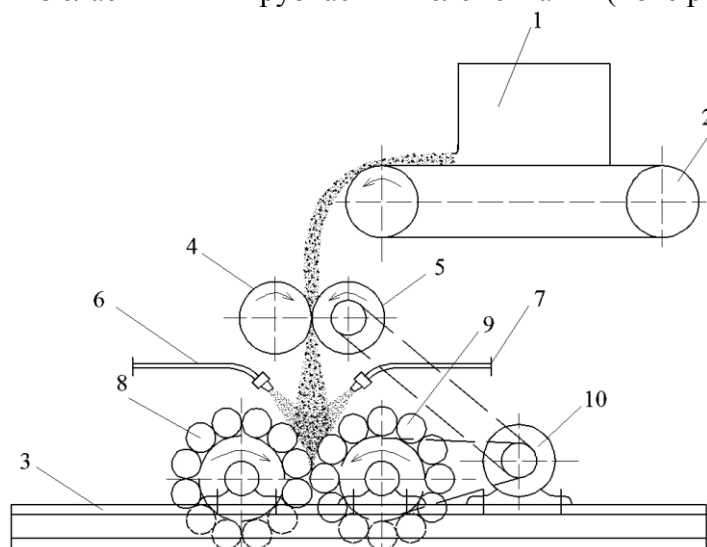


Рис. 2. Конструктивно-технологічна схема металевго пристрою:
1 – витратний бункер; 2 – живильник-дозатор; 3 – рама; 4 і 5 – пристосування для попереднього розгону бетонної суміші; 6 і 7 – система подачі води; 8 і 9 – робочі органи (еластичні роторні металевки); 10 – привід робочих органів

Елементарний робочий цикл металюного пристрою складається з захоплення елементарної порції дрібнозернистої бетонної суміші еластичними трубчастими елементами двох металюників, передачі цій порції певної швидкості руху і метання її з робочого простору металюного пристрою на бетоновану поверхню. Що стосується рівномірності укладання бетонної суміші на поверхню бетонування, то це розв'язується шляхом виконання еластичного металюного обладнання в єдиному блоці з живильником-дозатором, що строго калібрує по товщині і ширині потік сировинної бетонної суміші, яка поступає в робочий простір еластичного металюного обладнання.

Завдяки синхронній роботі металюного обладнання з живильником-дозатором дрібнозерниста бетонна суміш безперервним потоком поступає в робочий простір металюників. Для виконання операції захоплення бетонної суміші еластичними трубчастими металюниками її потік повинен мати певну швидкість, яка може бути одержана або за допомогою пристосування для попереднього розгону бетонної суміші, або при розташуванні живильника-дозатора на певній висоті.

Найважливішою особливістю еластичних металюних пристосувань є те, що металюники в будь-якому положенні відносно один одного контактують між собою, і завдяки цьому зазор між металюниками завжди перекритий. Що стосується бетонної суміші, яка переробляється, то вона переміщається елементарними порціями, затисненими в каналах, які утворюються в моменти, коли еластичний трубчастий елемент одного металюника опиняється в проміжку між двома еластичними трубчастими елементами іншого металюника.

Набуваючи в процесі взаємодії з роторами деякий запас кінетичної енергії, порції бетонної суміші викидаються із робочого простору роторів із швидкістю, рівною їх коловій швидкості, розділяючись при цьому на окремі частинки і утворюючи в сукупності дискретний потік з рівномірним розподіленням частинок бетонної суміші по всій ширині потоку.

Подолавши в стані вільного польоту відстань між металюним пристроєм і об'єктом бетонування (формою або опалубкою), частинки потоку стикаються з поверхнею об'єкту, різко гальмуються і, зливаючись воедино, а кінетична енергія у вигляді ударних імпульсів витрачається на формування та ущільнення свіжоущільненого шару бетону з рівномірним розподілом усіх компонентів по всій ширині бетонованої смуги. Ширина бетонованої смуги залежить від довжини робочих органів (роторів). Для бетонування вертикальних екранів-фундаментів довжину роторів слід приймати рівними ширині фундаментів. При укладанні горизонтального екрану-підлоги ротори приймаються довжиною 0.5 – 1 м, а укладання бетонної суміші ведеться методом смуг.

Новизна способу ротаційного-імпульсного укладання з ущільненням із застосуванням еластичних металюних пристроїв полягає в тому, що вводиться одностадійний процес виробництва бетонних робіт замість традиційного двохстадійного, коли спочатку на окремому посту (або на транспортних засобах) проводиться дозування і перемішування компонентів бетонної суміші із застосуванням спеціального дозуючого обладнання та устаткування для змішування. Після чого готовий напівфабрикат – зачинена водою бетонна суміш передається на наступний пост – формування, де вона укладається у форму (або опалубку) і ущільнюється під впливом сили тяжіння із застосуванням вібрації. При формуванні методом ротаційного-імпульсного укладання з ущільненням ці операції значно скорочуються. Дозування, перемішування і укладання у форму об'єднуються в єдиний виробничий цикл, що виконується із застосуванням спеціального технологічного устаткування при повній механізації всіх виробничих операцій. При цьому значно скорочується трудомісткість, машиномісткість та енерговитрати.

Для оцінки експлуатаційно-технологічних показників якості дрібнозернистого бетону проведено ряд досліджень, що доводять доцільність та підтверджують високі технологічні та експлуатаційні показники використання металюного пристрою. До проведення експерименту, визначено технологічні параметри бетонування та В/Ц дрібнозернистої бетонної суміші. Першим технологічним параметром бетонування прийнято швидкість обертання металюників, що варіювалася в межах від 1000 до 3000 об/хв. Другим – відстань від центру

метальників до поверхні бетонування, яка змінювалася від 30 до 40 см. Дослідами неодноразово доведено, що для набуття бетоном водонепроникності В/Ц повинно бути менше за 0,40. В дослідах водоцементне відношення прийнято в межах від 0,30 до 0,26.

Одержаний таким чином бетон має високу ступінь однорідності і підвищені показники міцності, щільності, водонепроникності, стійкості до ударних дій порівняно із звичайним бетоном [10, 13, 14]. Як можна бачити з рис. 3 на відміну від традиційного укладання з вібруванням (б) укладання бетонної суміші за допомогою розробленого метального пристрою (а) дозволяє отримати однорідний бетон при В/Ц = 0,26 без введення в нього добавок.

Згідно з результатами експериментальних досліджень визначено вплив технологічних параметрів бетонування із застосуванням еластичних метальників на властивості дрібнозернистих сумішей і бетонів: середня щільність, жорсткість, міцність на стиск, міцність на розтяг при згині та опір удару [15, 16]. Аналіз результатів показав, що фактори неоднаково впливають на показники якості дрібнозернистого бетону.

Доведено, що розроблений пристрій дозволяє зменшити трудомісткість, собівартість, тривалість виконання процесів бетонування за рахунок скорочення технологічних операцій [16, 17].

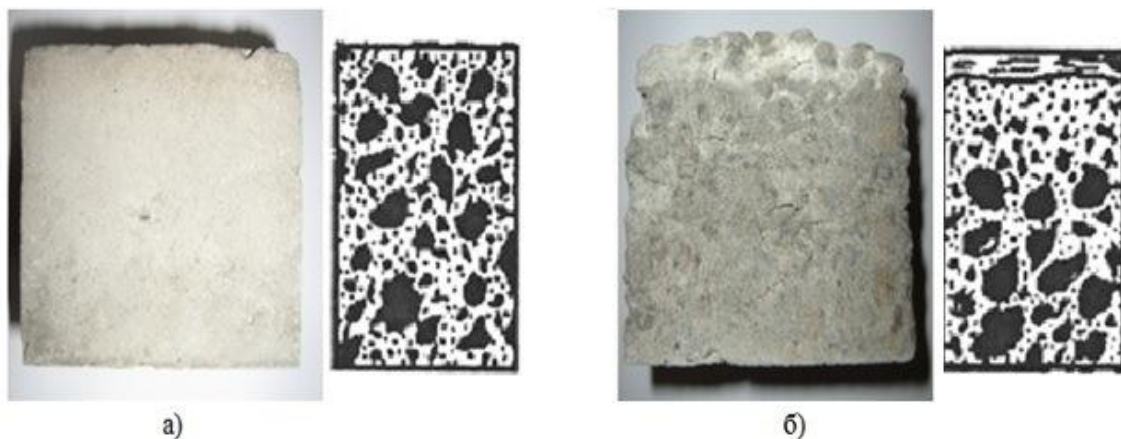


Рис. 3 Зразки бетону (В/Ц=0,26) укладені:
а – за допомогою метального пристрою; б – за допомогою віброущільнення

Висновки. Результати наукових досліджень вказують на практичну цінність розробок. Використання розробленого пристрою та технології дозволяє скоротити трудомісткість, витрати на матеріали та собівартість виконання робіт, при відповідних експлуатаційних показниках. Експериментально встановлено, що за допомогою розробленого метального обладнання та технології укладання дрібнозернистих наджорстких бетонних сумішей можливе отримання бетонів класу С32/40-С45/55 за міцністю на стиск. Тобто, за розробленою технологією з використанням метального пристрою можливе отримання високоміцних та водонепроникних бетонів.

Викладені напрацювання підтверджують доцільність розробки технології укладання бетонних сумішей за допомогою метального пристрою в вертикальні екрани-фундаменти та горизонтальні екрани-підлоги для довговічного захисту підземного простору будівель і споруд.

Література

1. Дворкін Л.Й. Основи бетонознавства / Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін. – К.: Основа, 2007. – 616 с.
2. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-96-2000 (ГОСТ 7473-94). – [Чинний від 2000-02-23]. – К.: Держбуд України, 2000. – 20 с. – (Державні стандарти України).
3. Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови: ДСТУ Б

В.2.7-176:2008 (EN 206-1:2000, NEQ). – [Чинний від 2008–12–26]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 109 с. – (Національні стандарти України).

4. Капланский Я.Л. Роторный бетоноукладчик для формирования железобетонных изделий / Я.Л. Капланский // На стройках России, 1962. – № 9. – С. 37-38.

5. Дюженко М.Г. К расчету механических устройств для укладки и уплотнения бетонной смеси / М.Г. Дюженко, И.А. Емельянова // Безвибрационные методы в технологии бетона. – Х.: Изд. ХГУ, 1968. – С. 42-51.

6. Емельянова И.А. Предпосылки к стабилизации процесса мокрого торкретирования / И.А. Емельянова, Д.Ф. Гончаренко, А.Н. Баранов, А.А. Задорожный // Будівництво України, 1996. – № 6. – С. 36-38.

7. Емельянова И.А. Малогабаритне обладнання для умов виконання торкрет-робіт і транспортування будівельних сумішей в умовах будівельного майданчика / І.А. Емельянова. – Х.: ФО-П Рибалка Д.Л., 2009. – 84 с.

8. Емельянова И.А. Укладка и уплотнение жестких бетонных смесей универсальными роторными метателями: Автореф. дис. доктора техн. наук: 05.23.05; 05.02.16/ Емельянова Инга Анатольевна. – ХИСИ. – Х., 1992. – 45 с.

9. Емельянова И.А. Машины и оборудование для возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона / И. А. Емельянова. – Х.: Факт, 2008. – 372 с.

10. Бабиченко В.Я. Новый способ и технологические основы получения высокоплотных бетонов / В.Я. Бабиченко, В.И. Данелюк // Журнал «Будівництво України», 2009. – № 9-10. – С. 30-34.

11. Бабиченко В.Я. Энергосберегающая технология формирования высокоплотных мелкозернистых бетонов / В.Я. Бабиченко, В.И. Данелюк, В.Н. Супонев // Журнал «Энергосбережение энергетика энергоаудит», 2009. – №9(67) – С. 27-31.

12. Пат. 92794 України, МПК (2009) В 28 В 1/30, В 28 В 13/00. Металлический пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей / В.Я. Бабиченко, В.І. Данелюк; заявка та власник Одеська державна академія будівництва та архітектури. – № а 2008 12967; заявка 07.11.2008; публікація 10.12.2010, Бюл. № 23.

13. Бабиченко В.Я. Уплотнение мелкозернистых бетонных и других смесей с помощью нового технологического оборудования в виде эластичных метательных устройств / В.Я. Бабиченко, В.И. Данелюк, С.Р. Можина // Зб. наук. пр. «Вісник». – Вип. 22. – Харків: НТУ «ХПИ», 2009. – С. 160-165.

14. Бабиченко В.Я. Вплив технологічних параметрів струменевого бетонування промислових підлог на якісні показники дрібнозернистого бетону / В.Я. Бабиченко, І.М. Корнило, В.І. Данелюк, О.М. Шидловський, Г.В. Дуднік // Зб. наук. пр. «Будівельні конструкції». – Вип.74. Кн.2. – Київ: ДП НДІБК, 2011. – С. 213-220.

15. Бабиченко В.Я. Струйная технология бетонирования с применением эластичных метательных устройств и влияние ее технологических параметров на свойства мелкозернистых бетонных смесей и бетонов / В.Я. Бабиченко, В.І. Данелюк, А.М. Шидловський // Журнал «Будівельні матеріали та вироби». – 2010. – № 2(61) – С. 20-23.

16. Бабиченко В.Я. Новий спосіб укладання та ущільнення бетонних сумішей та його техніко-економічне обґрунтування / В.Я. Бабиченко, В.І. Данелюк, Н.В. Дмитрієва // Журнал «Будівельні матеріали та вироби», Київ. – 2012. – №3 (73). – С. 8-10.

17. Бабиченко В.Я. Удосконалення технології влаштування горизонтального бетонного покриття / В.Я. Бабиченко, В.І. Данелюк, Г.В. Дуднік // Зб. наук. пр. «Будівельні конструкції». – Київ: ДП НДІБК, 2013. – Вип. 78.К2. – С. 396-401.

Стаття надійшла 19.06.2017