

УНІВЕРСАЛЬНА МОБІЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ ОТРИМАНИХ ВИРОБІВ

¹Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Запропонована установка для приготування ніздрюватих бетонів відноситься до технологічного будівельного обладнання. Установка може використовуватися для приготування різноманітних будівельних сумішей, зокрема розчинів та інших сировинних матеріалів.

Перевагою машини є її простота в користуванні та простота конструкції. Недоліком є те, що бетонозмішувач має невеликий об'єм змішування.

Основне завдання полягає в виборі обладнання для приготування газобетону. Поставлене завдання вирішується обладнання установки кришкою, яка щільно закривається, і установка є герметичною, що підвищує ефективність процесу виготовлення ніздрюватих бетонів. При цьому обладнання зберігає свою універсальність, що дозволяє використовувати його для інших будівельних сумішей. Виробництво газобетону включає змішування сировинних компонентів, заливку суміші у форми, случування, попереднє тверднення, різання та остаточне тверднення. Вивчення міцності на стиск шляхом прикладання рівномірно зростаючого навантаження на зразок до моменту його руйнування, дозволяє оцінити його несучу здатність. Збільшення вмісту цементу в суміші сприяє підвищенню міцності газобетону, проте значна кількість цементу може негативно вплинути на його теплоізоляційні властивості. З огляду на це, що менша щільність газобетону, то за меншого навантаження він буде зруйнований, але не менш важливим фактором в експерименті також є правильність форми кубічного зразка. Окрім стандартних механічних випробувань, для оцінки якості газобетону доцільно використовувати неруйнівні методи контролю, такі як ультразвукове сканування та рентгенівська томографія.

Універсальність конструкції дозволяє змішувачу працювати з різними видами сумішей, забезпечуючи високу продуктивність і якість продукту, а також адаптуватися під різні будівельні потреби.

Розглянувши переваги запропонованої установки для приготування ніздрюватих бетонів, можна виділити кілька ключових аспектів, а саме: універсальність, що дозволяє використовувати змішувач для різних будівельних сумішей та дає змогу застосовувати його не тільки для газобетону, але й для інших матеріалів, таких, як фібробетон та сухі будівельні суміші.

Ключові слова: газобетон, будівельна суміш, змішувач, установка, навантаження, щільність.

Вступ

Підвищення ефективності виготовлення будівельних матеріалів в сучасних умовах має забезпечуватися переважно за рахунок зростання продуктивності праці, скорочення термінів будівництва, зниженню обсягів і вартості робіт, які наразі виконуються вручну, покращення якості будівництва [1].

Розв'язанню цих задач значною мірою може сприяти зростання продуктивності будівельних робіт.

Не дивлячись на те, що в останні роки з'явилась велика кількість нових будівельних матеріалів, для спорудження будівель і споруд широко використовуються вироби з ніздрюватих бетонів різних марок.

Ніздрюваті бетони виготовляються шляхом змішування підготовленого піску, цементу, пудри та інших добавок в певній пропорції з дотриманням встановленої технології. Ці технологічні операції виконуються за допомогою змішувальних пристроїв.

Аналіз конструктивних особливостей змішувальних пристроїв показує, що механіка процесів

змішування обумовлена, з одного боку, схемою розташування робочих органів у просторі та їхніми геометричними параметрами, а з іншого боку — відносним рухом часток будівельного розчину, що передбачається кінематикою процесу змішування [2].

На механіку процесів змішування переважно впливають кінематичні фактори, котрі визначають характер відносного руху часток розчинної суміші. Аналіз питань кінематики процесів змішування під час проектування змішувальних пристроїв дозволяє зробити вибір оптимальної схеми розташування робочих органів у просторі, яка найбільшою мірою забезпечить основні вимоги, що висуваються до цього обладнання. А саме: створення складних інтенсивних рухів часток розчинів у процесі змішування; забезпечення максимальної однорідності розчинної суміші шляхом рівномірного розподілу вихідних матеріалів між собою; попередження утворення окремих, недостатньо змішаних, включень у вигляді грудок і пустот з метою збереження постійності гранулометричного складу [4].

Результати дослідження

Конструкція установки для приготування ніздрюватих бетонів, показана на рис. 1, дозволяє використовувати його в будівництві для приготування різноманітних будівельних сумішей, газобетону і фібробетону та складається з рами 14, до якої прикріплюється електродвигун 11, що приводить в рух привід 10 змішувального механізму. Привід передає зусилля через пасову передачу 12, з можливістю регулювання його натягу за допомогою натяжного гвинта 13, що приводить в дію змішувальні лопатки, які використовуються для змішування компонентів у змішувальному контейнері 4 на платформі 15. Для запобігання зайвих витрат матеріалу під час процесу змішування та для убезпечення роботи використовується елемент, який накриває змішувальний контейнер, а саме кришка 3 яка є герметичною через затискач кришки 6, на якій знаходиться засипний отвір 2, призначений для відкривання та закривання доступу до змішувального контейнера, щоб контролювати процес змішування та засипати матеріал під час приготування суміші. Для дозування кількість матеріалів використовується воронка-дозатор 1, також на кришці знаходиться штуцер подачі інертного газу або повітря 7, призначений для підведення інертного газу (наприклад, аргону або гелію) або повітря, при розвантаженні змішувального контейнера через вивантажувальний жолоб 5. Для поліпшення змішування всередині контейнера по боках встановлені додаткові лопатки, які забезпечують правильну орієнтацію та рух матеріалу в змішувальному контейнері в процесі приготування суміші у вертикальній та горизонтальній площинах.

Керування пристроєм здійснюється за допомогою магнітного пускача 9, який кріпиться до рами для забезпечення максимальної зручності для оператора. Цей пускач використовується для запуску та зупинки робочого процесу, надаючи оператору легкий і швидкий спосіб управління змішувачем.

Для мобільності та зручності переміщення на будівельному майданчику змішувач обладнано

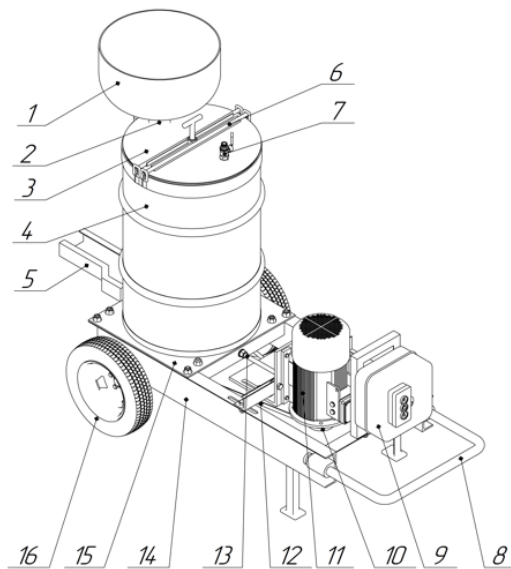


Рис. 1. Установка для приготування ніздрюватих бетонів
1 — воронка-дозатор; 2 — засипний отвір; 3 — кришка;
4 — змішувальний контейнер; 5 — вивантажувальний жолоб; 6 — затискач кришки; 7 — штуцер для подачі газів, або повітря; 8 — ручка для буксування;
9 — магнітний пускач; 10 — привід 11 — електродвигун;
12 — пасова передача; 13 — натяжний гвинт;
14 — рама; 15 — платформа; 16 — опорні колеса



Рис. 2. Установка для приготування ніздрюватих бетонів в металі

колесами 16 до рами та ручкою 8.

Завдяки такій конструкції, змішувач може ефективно використовуватись для приготування різних видів будівельних сумішей, таких як газобетон, фібробетон, та інші матеріали з дрібними компонентами. Універсальність конструкції дозволяє змішувачу працювати з різними видами сумішей, забезпечуючи високу продуктивність і якість продукту, а також адаптується під різні будівельні потреби [3].

До переваг запропонованої установки для приготування ніздрюватих бетонів, порівняно з іншими малими змішувачами такими, як ГРБУ-0.25, ПБУ-200, FCM-5, можна віднести кілька ключових аспектів, а саме: універсальність, що дозволяє використовувати змішувач для приготування різних будівельних сумішей та дає змогу застосовувати його не тільки для газобетону, але й для інших матеріалів, таких, як фібробетон та сухі будівельні суміші [5]. Ще однією перевагою цієї конструкції є невелика вартість.

В результаті за допомогою цього бетонозмішувача газобетон залито у форми. Для перевірки на якість отриманий газобетон випробувано на зразках-кубах (рис. 3) розміром $100 \times 100 \times 100$ мм, згідно з ДСТУ Б В.2.7-45:2010. За таким рецептом: вода температурою 70°C — 27,3 % цемент — 36,05 %, пісок — 36,05, каустична сода — 0,11 %, алюмінієва пудра ПАП-2 — 0,06 %. Важливим фактором в експерименті також є те, щоби поверхня зразка куба була рівною, і досягалась за допомогою будівельного рівня та шліфувальної машини.

Газобетонні зразки під час випробування на міцність на стиск стискають до моменту руйнування. Фіксується максимальне навантаження перед руйнуванням зразка. Результат занесено в таблицю даних, щодо максимального навантаження на один куб (рис. 4).



Рис. 3. Зразки газобетону $100 \times 100 \times 100$ мм



Рис. 4. Руйнування зразка газобетону

Також визначали вагу кожного куба окремо, щоб знайти їхню густину, і порівняти їх з табличними значеннями згідно з ДСТУ Б В.2.7-45:2010, з огляду на табличні показники всі зразки відповідають маркуванню за середньою густиною D-700. Дані дослідів зведені в таблицю [7].

Результати дослідів

Вага одного куба, кг	Марка за середньою густиною	Максимальне навантаження до руйнування, кг
0,713	D700	2300
0,727	D700	2320
0,738	D700	2400
0,695	D700	2220

Відповідно до табличних значень побудовано гістограму (рис. 5) залежності ваги одного виробу з газобетону, до максимального навантаження під яким він почне руйнуватися.

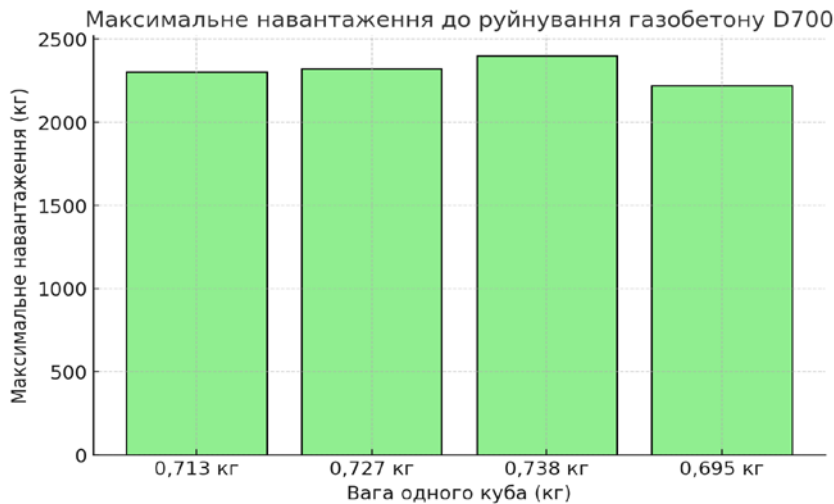


Рис. 5. Гістограма максимального навантаження до руйнування виробу з газобетону

Висновки

За результатами проведених дослідів всі виготовлені зразки газобетону відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-45:2010 для бетону марки D 700 та класу міцності B 1,5, що підтверджено отриманими табличними значеннями [8], [9]. Також встановлено що зразок який є найлегшим, має межу міцності 2,17 МПа, що є мінімальною вимогою для класу міцності B 1,5 згідно з ДСТУ. З огляду на вищезазначене можна стверджувати, що за меншої щільності газобетону, зразок буде зруйновано за меншого навантаження [10], [11].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] О. Г. Онищенко, В. О. Онищенко, С. Л. Литвиненко, і Б. О. Коробко, *Будівельна техніка*, підруч. Київ, Україна: Кондор-Видавництво, 2017, 424 с.
- [2] І. А. Ємельянова, В. В. Блажко, і А. І. Аніщенко, «До питання вибору раціонального конструктивного рішення базової машини технологічного комплекта малогабаритного обладнання для будівельного майданчика», *Науковий вісник будівництва*. № 1 (91), с. 238-243, 2018.
- [3] M. Ali Sana, V. Khante Priyanka, and S. Babade Sagar, "Design and Fabrication of Portable Concrete Mixture Machine," Datta Meghe Institute of Engineering Technology Research Wardha, no. 2 (4), pp. 700-704, 2018.
- [4] S. V. Popov, A. M. Shpylka, and S. M. Gnito, "The research of mortar components mixing process," *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, no. 3.2 (7), pp. 27-31.
- [5] I. A. Rohozin, O. S. Vasyliiev, and A. K. Pavelieva, "Determination of Building Mortar Mixers Effectiveness," *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, no.3.2(7), pp. 360-366.
- [6] ДСТУ Б В.2.7-137:2008. *Будівельні матеріали. Блоки із ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови* (41007). Київ, Україна: Мінрегіонбуд України.
- [7] ДСТУ Б В.2.7-45:2010. *Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови*. Київ, Україна: Мінрегіонбуд України.
- [8] ДСТУ Б В.2.7-220:2009. *Будівельні матеріали. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю*. Київ, Україна: Мінрегіонбуд України.
- [9] ДСТУ Б В.2.7-214:2009. *Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками*. Київ: Мінрегіонбуд України.
- [10] Л. Й Дворкін, В. І. Гоц, і О. Л. Дворкін, *Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів*. Київ, Україна: Основа, 2014, 304 с.
- [11] О. В. Ушерев-Маршак, В. І. Гоц, і О. В. Кабусь, *Бетони та будівельні розчини*. Київ, Україна: Основа, 2022, 93 с.

Рекомендована кафедрою будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 20.05.2025

Васильєв Олексій Сергійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, e-mail: a.s.vasiliev.76@gmail.com ;

Кулай Володимир Павлович — аспірант кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, e-mail: lukym339@gmail.com.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава

O. S. Vasyliiev¹
V. P. Kulai¹

Universal Mobile Unit for the Preparation of Cellular Concrete and the Results of the Obtained Products Testing

¹National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”

The installation for the preparation of cellular concrete refers to the technological equipment of the construction sector, which is used for the preparation of various building mixtures, including mortars and other materials.

The advantage of the machine is its ease of use and simplicity of design. The disadvantage is that the concrete mixer has a small mixing volume. The main task is to choose equipment for preparing aerated concrete. The problem is solved by the installation of a lid that closes tightly and makes it airtight, which makes the mixer especially effective for the production of cellular concrete. At the same time, the equipment retains its versatility, which allows to use it for other building mixtures. The production of aerated concrete includes mixing of raw components, pouring the mixture into the mold, swelling, pre-hardening, cutting and final hardening. Studying the compressive strength by applying a uniform increase in the loading of the sample until its failure allows to assess its bearing capacity. Increasing the cement content in the mixture helps to increase the strength of aerated concrete, but a significant amount of cement can negatively affect its thermal insulation properties. As the density of aerated concrete is less, in case of the less load it will be destroyed, but the evenness of the surface of the cube sample is also an important factor in the experiment. In addition to standard mechanical tests, it is advisable to use non-destructive testing methods, such as ultrasonic scanning and X-ray tomography, to assess the quality of aerated concrete.

The versatility of the design allows the mixer to work with different types of mixtures, ensuring high productivity and product quality, and also adapting to various construction needs.

Having considered the advantages of the proposed installation for preparing cellular concrete, several key aspects can be highlighted, namely: versatility, which allows the mixer to be used for various building mixtures and makes it possible to use it not only for aerated concrete, but also for other materials, such as fiber concrete and dry building mixtures.

Keywords: aerated concrete, building mixture, mixer, installation, load, density.

Vasyliiev Oleksii S. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of branch machinery and mechatronics, e-mail: a.s.vasiliiev.76@gmail.com ;

Kulai Volodymyr P. — Post-Graduate Student of the Chair of Branch Machinery and Mechatronics, e-mail: lykym339@gmail.com