

# ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КАРБОНАТНИХ НАПОВНЮВАЧІВ З ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ТА ПОРИЗОВАНИХ РОЗЧИНІВ НА ЇХ ОСНОВІ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*В роботі наведено результати дослідження щодо впливу введення тонкоподрібнених мінеральних порошків на міцність на стиск та середню густину поризованих розчинів.*

*Еспериментальні дослідження стосуються рецептури поризованих звукоізоляційних складів СБС з використанням місцевих мінеральних добавок та відходів виробництва у якості активної складової суміші поряд з в'язучим компонентом.*

*Показано, що під час використання у технології поризованих СБС не відсіє дроблення карбонатних порід, а тонкодисперсного вапнякового наповнювача, можливо підвищити ефективність і експлуатаційні властивості поризованих розчинів на основі СБС.*

**Ключові слова:** сухі будівельні суміші, наповнювач, карбонатні породи, мінеральна добавка, поризований розчин, теплозвукоізоляція, підлога.

## **Abstract**

*The results of the study on the effect of the introduction of finely ground mineral powders on the compressive strength and average density of porous solutions are presented in the paper.*

*Experimental studies address the formulation of porous dry mixes sound insulation formulations using local mineral additives and production wastes as the active ingredient mixture along with the binder.*

*It is shown that when used in the technology of porous SBS is not elimination of crushing of carbonate rocks, but fine particulate limestone filler, it is possible to increase the efficiency and operational properties of porous solutions based on SBS.*

**Keywords:** dry building mixes, filler, carbonate rocks, mineral additive, porous solution, heat and sound insulation, floor.

## **Вступ**

Широке розповсюдження в Україні родовищ вапняків, в т. ч. пористих вапняків-черепашників, особливості їх структури та хіміко-мінералогічному складу дозволило використовувати вапнякові відходи в ролі наповнювачів для конструктивних бетонів і розчинів [1] – [4], в технології неавтоклавних ніздрюватих бетонів [5] та сухих будівельних сумішей для штукатурних робіт [6]. Підвищений вміст у складі відходів переробки гірських порід пилоподібних частинок (менше 0,16 мм) є основною для їх використання у ролі активних мікронаповнювачів для СБС.

Результати попередніх досліджень з розробки складів цементних сухих будівельних сумішей для пористих розчинів з використанням різних мінеральних наповнювачів (кварцовий пісок, глиняний порошок, вапняковий пісок, зола-винесення ТЕС) продемонстрували ефективність використання саме вапнякового наповнювача [7]. Таким чином можна припустити, що тонкодисперсні частинки вапняків можуть брати активну участь в процесах структуроутворення цементного каменю, сприяючи зростанню міцності останнього, а отже, й істотно впливати на властивості отриманого матеріалу. Це підтверджується дослідженням впливу подрібнених карбонатних наповнювачів на властивості бетонів [1], [3], [4], [8], [9]. Тому, виникає необхідність дослідження впливу відходів обробки карбонатних вапняків на властивості сухих будівельних сумішей, поризованих ПАР.

## **Результати експериментів**

Для подальшого дослідження були обрані різні оптимальні склади СБС, визначені попередніми експериментальними дослідженнями. Витрати цементу встановили на рівні 35-65 % від ваги сухих компонентів [7]. Склад суміші цемент : кварцовий пісок : вапняковий пісок = 1 : 1 : 1 при витраті

цементу 35 % та цемент : вапняковий пісок = 1 : 0,54 при витраті цементу 65 %. Витрата піноутворювача «LORI» становила згідно рекомендацій виробника 1,6 % від маси цементу. Водотвердне (В/Т) співвідношення визначалося експериментально, виходячи з необхідної рухомості розчинної суміші від 8 см, що визначається її подальшим використанням для отримання стяжок підлог цивільних будівель. Фізико-механічні властивості визначалися на зразках-балочках розмірами 4×4×16 см у віці 28 діб, які тверднули у повітряно-сухих умовах при  $t = 20 \pm 5$  °С і відносній вологості повітря не більше 65-75 % [7], [10]. Для оцінки теплоізолюючої здатності поризованих розчинів аналітично визначено коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$ , Вт/(м×°С) за формулою Некрасова В. П. [11]. Звичайний цементно-піщаний розчин для стяжок середньою густиною 1600 кг/м<sup>3</sup>, володіє  $\lambda=0,73$  Вт/(м×°С). Склади СБС, характеристики й основні експериментальні дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Оптимальні склади розроблених СБС та їх властивості**

Заповнювач, пісок кварцевий, М <sub>к</sub>	Наповнювач, вапняковий порошок, М <sub>к</sub>	Піно- утворювач «LORI»	Цемент, кг	В/Т	$\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	R <sub>ст.</sub> , МПа	$\lambda$ , Вт/(м·°С)
–	<0,14	1,6%	371	0,31	1030	5,00	0,425
–	0,14	1,6%	371	0,36	1130	7,17	0,48
–	0,315	1,6%	371	0,21	920	11,67	0,37
–	0,315	1,6%	371	0,26	1287	14,02	0,55
–	0,63	1,6%	371	0,21	980	11,54	0,40
–	1,25	1,6%	371	0,28	1000	11,77	0,41
1,2	0,14	1,6%	190	0,263	980	5,16	0,40
1,2	0,315	1,6%	190	0,263	1370	8,02	0,60
1,2	0,315	1,6%	190	0,283	1123	7,38	0,47
1,2	0,315	1,6%	190	0,33	900	6,74	0,36
1,2	0,63	1,6%	190	0,27	1410	8,87	0,62

Таким чином, отримані експериментальні дані підтверджують встановлені для карбонатних бетонів закономірності [3], [4], [7]:

- вапняковий наповнювач впливає на процеси структуроутворення цементних композицій в складі поризованих сухих будівельних сумішей. Це пояснюється створенням цим наповнювачем додаткових поверхонь розділу фаз, що сприяє більш рівномірному розподілу пор в структурі під час перемішування суміші з водою, а також неруйнуванню пор під час протікання фізико-хімічних процесів тверднення в'язучого;

- вапняковий пісок наповнює в'язуче, збільшуючи його питому поверхню. Результатом є створення більшого числа дрібних пор в структурі цементного каменю, які характеризуються однаковими розмірами, формою і підвищеною міцністю;

- при введенні вапнякового наповнювача в композиції сухих сумішей для поризованих розчинів виникає зростання міцності. Це пояснюється тим, що карбонатним вапнякам властива низька хімічна активність, обумовлена поверхневою енергією частинок, яка виникає внаслідок високої дисперсності карбонатних пісків і порошоків. Взаємодіючи в водному середовищі з окремими компонентами портландцементного клінкеру, дрібнодисперсні частинки карбонатних наповнювачів здатні більше обростати новоутвореннями, ніж частки кварцового піску. В результаті цього ефекту в зонах контакту утворюються міцні з'єднання, що значно зменшує руйнування пор в процесі твердіння суміші;

- вапняковий наповнювач, маючи хімічну активність і протилежний заряд, сприяє рівномірному розподілу ПАР в розчинній суміші.

### Висновки

Результатом проведених експериментів є отримання сухих будівельних сумішей пористої структури з міцністю від 5,0 до 14,02 МПа, які відрізняються зниженням В/Т співвідношення без втрати рухомості розчинової суміші [7].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Л. И. Дворкин, В. В. Житковский, и В. В. Марчук, *Сухие строительные смеси с применение дисперсных отходов промышленности: монография*. Москва, РФ: Инфра-Инженерия, 2019.
- [2] Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, К. К. Пушкарьова, М. О. Кочевих, та М. А. Мохорт, *Використання техногенних продуктів у будівництві*. Рівне, Україна: НУВГП, 2009.
- [3] П. В. Куляев, «Эффективный мелкозернистый карбонатный бетон», дис. канд. наук., Тверской гос. Технический ун-т, Тверь, РФ, 2017.
- [4] В. В. Белов, Ю. Ю. Курятников, и П. В. Куляев, «Карбонатные бетоны плотной и ячеистой структуры с дисперсным наполнителем», *Вестник Центрального регионального отделения РААСН*, Вып. 12, с. 234–242, 2013.
- [5] Н. А. Дыйканбаева, «Неавтоклавный газобетон из техногенного и природного сырья», дис. канд. наук., Кыргызско-российский славянский университет им. Б. Н. Ельцина, Бишкек, Киргизия, 2018.
- [6] С. А. Дергунов, и В. Н. Рубцова, «Проектирование составов сухих строительных смесей», *Известия вузов. Строительство*, № 11-12. с. 34-36, 2005.
- [7] А. В. Бондар, «Ефективні сухі будівельні суміші для елементів підлог цивільних будівель», автореф. дис. канд. наук., ВНТУ, Вінниця, Україна, 2019.
- [8] И. Б. Прохоров, «Применение микронаполнителя в бетонах», *Современные наукоемкие технологии*, №2, с. 160-161, 2004.
- [9] С. И. Федоркин, и М. А. Лукьянченко, «Механохимическая активация известняков при высокоскоростном измельчении и ее роль в формировании свойств карбонатных материалов на силикат-натриевом вяжущем», *Сб. научн. тр. «Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта»*, Вып. 30, с. 10-15, 2004.
- [10] А. В. Бондарь, В. П. Ковальский, и В. П. Очеретный, «Использование карбонатных пород как микронаполнителей в сухих строительных смесях пористой структуры», на *Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016»*, Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2016, с. 207-213.
- [11] П. В. Кривенко, *Будівельне матеріалознавство: підручник*. Київ, Україна: «Видавництво Ліра-К», 2015.

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Bondar Alena V.** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)