

ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ В'ЯЖУЧИХ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПІНОБЕТОНІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Робота присвячена проблемі використання композиційних в'язучих, зокрема із використанням золи-винесення ТЕС, для виготовлення ефективних пінобетонів. Це дозволяє знизити високі витрати портландцементу та підвищити міцність і стабільність пористої структури неавтоклавного пінобетону за рахунок залишкової хімічної активності додатково помеленої з цементом золи-винесення. Встановлено, що можна отримати пінобетони марки D500, D600, D1000 з належною міцністю і мінімальними усадковими деформаціями при твердненні пінобетонної суміші.

Ключові слова: композиційні в'язучі, ніздрюваті бетони, пінобетон, газобетон, портландцемент, зола-винесення, енергозбереження.

Abstract

The work is devoted to the problem of using composite binders, in particular with the use of TPP fly ash, for the production of efficient foam concrete. This makes it possible to reduce the high costs of Portland cement and increase the strength and stability of the porous structure of non-autoclaved foam concrete due to the residual chemical activity of fly ash additionally ground with cement. It was established that it is possible to obtain D500, D600, D1000 foam concrete with adequate strength and minimal shrinkage deformations during the hardening of the foam concrete mixture.

Key words: composite binder, hollow concrete, foam concrete, aerated concrete, portland cement, fly ash, energy saving.

Вступ та актуальність досліджень

Пріоритетними задачами будівельної галузі сьогодні є енергозбереження, екологія і створення комфортної середовища довготривалого перебування людей. У житлово-комунальному господарстві споживається 44 % енергетичних ресурсів або 70 млн тонн умовного палива (у. п.), що є близько 30% загального споживання палива в Україні. Житловий фонд держави та соціальна сфера споживають 85% енергоресурсів від загального споживання галуззю [1]. Близько 90% виробленої енергії для енергоспоживання міських будинків і приміських котеджних поселень йде на опалення, що в 2-3 рази більше, ніж у розвинутих західних країнах. У ЄС енергоспоживання житлових будинків вдалося знизити на 40% [2].

Використання ефективних будівельних матеріалів, наприклад, ніздрюватих бетонів, для огорожуючих конструкцій будинків у поєднанні із якісною теплоізоляцією може дозволити економити до 50% енергії, що витрачається на опалення. Для формування оптимальної пористої структури ніздрюватих бетонів можна використовувати композиційні в'язучі на основі портландцементу і шлакоцементу.

Ніздрюваті бетони автоклавного твердіння є переважно конструкційно-теплоізоляційними матеріалами. Одним із ефективних будівельних матеріалів на даний час є пінобетон. Він широко використовується в 40 країнах і користується великою популярністю в Німеччині, Чехії, Голландії, Скандинавських країнах. Наприклад, у Швеції з цього ефективного матеріалу зводиться понад 50% конструкцій [3]. Пінобетони відрізняються нижчою вартістю у виготовленні, ніж газобетони, але якість неавтоклавних пінобетонних виробів значно нижча, ніж аналогів автоклавного твердіння. Використання в технології отримання пінобетонів композиційних (багатокомпонентних) в'язучих речовин дозволить знизити високі витрати цементу. Одним із способів є використання ефективних мінеральних добавок у композиціях на основі портландцементу. Накоплений певний досвід використання різних природних мінеральних добавок в технології отримання газобетонів [4-6]. Однак отримання ефективного пінобетону може замінити дорожчий у виготовленні автоклавний газобетон. При цьому необхідно використовувати сировинні матеріали, які дозволять забезпечити створення

дрібнопористої рівномірно розподільної структури пінобетонного каменю, підвищення його міцності та якості [7-8].

Метою даної роботи є дослідження можливості використання мінеральних добавок для виготовлення композиції на основі портландцементу, які придатні для виготовлення пінобетонів.

Результати досліджень

Головна відмінність пінобетону від інших матеріалів полягає у його пористій структурі, яку можна регулювати на етапі виробництва і таким чином отримувати матеріал з різними властивостями. Використання ефективних наповнювачів дозволяє скоротити витрату в'язучого, а також знизити усадку при твердінні пінобетонних виробів. При цьому залишкова хімічна активність наповнювача впливає позитивним чином на формування структурної міцності пінобетонів [9].

Є численні дані щодо використання різних наповнювачів, що виявляють гідравлічні властивості по відношенню до портландцементу. У тому числі позитивно оцінюються техногенні продукти – золи ТЕС, металургійні шлаки, промислові шлами тощо [10-11]. Тому для досліджень була використана зола Ладженської ТЕС (Вінницька обл.). Хімічний склад характеризується високим вмістом оксидів кремнію та алюмінію, на частку яких припадає понад 75 % від загальної маси проби. Такий високий зміст зазначених оксидів має сприяти підвищеній активності золи щодо портландцементу. В експерименті використовувався портландцемент виробництва ПЦ І-500 Кам'янець-Подільський. Як пластифікуюча добавка – суперпластифікатор Sika Mix Plus – універсальний розріджувач для будівельних розчинів на основі портландцементу. Як піноутворювач – «UNISELL» – темно-коричнева рідина без осаду та розшарування, щільність 1300 кг/м³. Цементно-золяні суміші з різним співвідношенням обох компонентів піддавалися спільному помелу в лабораторному вібротолочці з однаковим часовим інтервалом до фіксованої питомої поверхні. Піноцементні суміші готувалися піноцементні суміші за технологією сухої мінералізації. Добавки піноутворювача та суперпластифікатора становили 1,6% та 0,2% від маси цементу, відповідно. Виготовлені зразки пінобетону розміром 10×10×10 см показали наступні результати (табл. 1.).

Таблиця 1 – Фізико-механічні показники зразків пінобетону

№ п/п	S _{пит.} , м ² /кг	Цемент, %	Зола-винесення, %	Середня щільність, кг/м ³	Міцність на стиск у віці 28 діб, МПа
1	500	100	-	520	1,5
2	550	90	10	550	1,7
3	600	80	20	580	2,1
4	650	70	30	600	2,4
5	700	60	40	660	2,9
6	1000	50	50	570	2,6
7	2000	70	30	1050	4,0

Висновки

Введення до 40% золи-винесення до пінобетонних сумішей на основі портландцементу підвищує щільність і механічну міцність неавтокланого пінобетону. Подальше збільшення вмісту золи призводить до зниження цих показників. Також спостерігається зменшення явища усадки. Підвищення питомої поверхні цементно-золяної суміші шляхом її механічної активації методом подрібнення призводить до підвищення міцності пінобетону до 4,0 МПа, однак марка пінобетону за середньою щільністю падає з D500-600 до D1000.

Додаткового дослідження потребує використання відходів обробки карбонатних порід та опал-кристобалітових порід (опори, мергелі, трепели) для виготовлення пінобетонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Житлово-комунальне господарство України. UPL : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5_%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B2_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0

%BE-

%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83_%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%96

2. Як підвищити енергоефективність житлових будинків в Україні. UPL : <https://nachasi.com/city/2018/11/29/energoefektyvnist-zhytlovyh-budynkiv/>

3. Basiurski J., Wells D. The use of foamed concrete in construction and civil engineering. *Conspectus*. 2001. P. 65-73.

4. Сердюк В. Р., Рудченко Д. Г. Забезпечення карбонізаційної стійкості газобетону автоклавного тверднення. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2021. 29, 2 (Лип 2021). С. 13-23. DOI:<https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2-13-23>.

5. Сировинна суміш для виготовлення автоклавного газобетону: пат. 127665 Україна: МПК С04В 38/02 (2006.01), С04В 28/02 (2006.01), С04В 18/04 (2006.01), С04В 18/14 (2006.01). № а 202103876; заявл. 11.01.2023, Бюл.№ 2; опубл. 22.11.2023, Бюл.№ 47. 5 с.

6. Крилов Є. О. Вплив модифікації твердої складової на властивості неавтоклавного газобетону : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05. Одеса, 2020. 168 с.

7. Yue L., Bing C. New type of super-lightweight magnesium phosphate cement foamed concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2015. Vol. 27, no. 1. P. 401-412.

8. Krasinikova N.M., Khozin V.G., Morozov N.M., Borovskikh I.V., Eruslanova E.V. Improving technology of non-autoclave foam concrete. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2014. Vol. 9, no. 22. P. 16735-16741.

9. Бондар А. В. Ефективні сухі будівельні суміші для елементів підлог цивільних будівель : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05. Вінниця, 2019. 238 с.

10. Lagoaz A., Szymanski P., Walczak P. Influence of the fly ash propepti of autoclaved aezated concrete. *5^oInternational Conference on Autoclaved Aerated Concrete "Securing a sustainable future" to be held at Bydgoszcz to celebrate 60 years of AAC experience in Poland*. 14–17 September, 2011.

11. Дворкін Л. Й. Ефективні золонісні цементи, бетони та розчини : монографія. Рівне : НУВГП, 2022. 419 с.

Лещенко Дмитро Васильович – магістр, група Б-22мз, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Лемешев Михайло Степанович – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lemeshevms@vntu.edu.ua

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Сафроненко Іван Васильович – студент третього курсу групи БМ-21б , Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії , Вінницький національний технічний університет , Вінниця , e-mail: vanasafronenko6@gmail.com

Dmytro Leshchenko – master, group B-22mz, department of construction, urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Mykhailo Lemeshev – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lemeshevms@vntu.edu.ua

Bondar Alena – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Safronenko Ivan – 3-year student of BM-21b group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vanasafronenko6@gmail.com