

**ВПЛИВ ВИДУ ЦЕМЕНТУ НА ВЛАСТИВОСТІ ПІНОБЕТОНУ,  
МОДИФІКОВАНОГО КОМПЛЕКСНОЮ ДОБАВКОЮ**

**INFLUENCE OF TYPE OF CEMENT ON PROPERTIES OF FOAM  
CONCRETE MODIFIED WITH A COMPLEX ADDITIVE**

**Шишкіна О. О., канд. техн. наук, доц., Криворізький  
національний університет, Україна**

**Shishkina OO, candidate tech. Sciences, Associate Professor Kryvyi Rih  
National University, Ukraine**

*На даний час відомо, що одним з ефективних матеріалів для підтримання необхідного теплового режиму будівель і споруд є пористі бетони, зокрема пінобетон. Встановлено, що модифікація пінобетону комплексною мінерально-органічною добавкою, яка складається з поліспирту та залізовміщуючого компоненту, дозволить отримати пінобетони з підвищеною міцністю та зниженою усадкою. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що вид (мінералогічний склад) цементу впливає на властивості пінобетонної суміші. Компоненти комплексної добавки (поліспирт та залізовміщуючий компонент) призводять до додаткової активізації доменного гранульованого шлаку, який входить до складу цементу.*

*It is currently known that one of the effective materials for maintaining the required thermal regime of buildings and structures is porous concrete, in particular foam concrete. It is established that the modification of foam concrete with a complex mineral-organic additive, which consists of polyalcohol and a component containing iron, will allow to obtain foam concrete with increased strength and reduced shrinkage. It is determined that the properties of foam concrete are influenced by the mineralogical composition of cement. At present, most cement companies produce cements that contain various additives. First of all, the most common additive is blast furnace granulated slag. Therefore, the influence of this - the main additive on the properties of foam concrete mixture and foam concrete when using a complex mineral-organic additive was first determined. The aim of the experiments was to study the effect of cement on the properties of foam concrete modified with a complex additive, in particular on density. The results of experiments showed that the content of blast furnace granulated slag in cement significantly affects the density of the obtained cellular cement stone. Increasing the content of blast furnace granulated slag in the cement leads to a decrease in the density of the system with the same content of complex additives and the composition of the cement paste. When using Portland cement PC II / B-Sh-400, which contains blast furnace granulated slag, increasing the content of polyalcohol to a certain limit, regardless of the content of aggregate leads to an increase in the density of concrete. Further increase in the amount of polyalcohol leads to a decrease in the density of*

*concrete. What can be explained by the fact that polyalcohol physically binds a significant amount of water that does not evaporate when drying concrete.*

*The conducted researches allow to draw a conclusion that the type (mineralogical composition) of cement influences properties of foam concrete mix. The components of the complex additive (polyalcohol and iron-containing component) lead to additional activation of the blast furnace granular slag, which is part of the cement.*

*Ключові слова: пінобетон, густина, доменний гранульований шлак, поліспирт*

*Key words: foam concrete, density, blast furnace granulated slag, polyalcohol*

## **Вступ**

Витрати теплової енергії на збереження комфортного середовища для роботи та відпочинку людей залежать у першу чергу від термоізоляції зовнішніх огорожуючих конструкцій.

На даний час відомо, що одним з ефективних матеріалів для підтримання необхідного теплового режиму будівель та споруд є пористі бетони, зокрема пінобетон.

## **Аналіз останніх досліджень**

За результатами аналізу літературних даних [1-5], було встановлено, що модифікація пінобетону комплексною мінерально-органічною добавкою, яка складається з поліспирту та залізовміщуючого компоненту, дозволить отримати пінобетони з підвищеною міцністю та зниженою усадкою.

Також було встановлено [6], що введення до складу пінобетону комплексної мінерально-органічної добавки призводить до незначного збільшення густини пінобетону, внаслідок взаємодії компонентів комплексної добавки з продуктами гідратації цементу.

Відомо [7,8], що на властивості пінобетону впливає мінералогічний склад цементу. На даний час цементні підприємства здебільшого випускають цементи, які містять різноманітні добавки. У першу чергу найбільш поширеною добавкою є доменний гранульований шлак. Тому спершу був визначений вплив цієї основної добавки на властивості пінобетонної суміші та пінобетону при застосуванні комплексної мінерально-органічної добавки.

Метою проведених експериментів було дослідження впливу виду цементу на властивості пінобетону, модифікованого комплексною добавкою, зокрема на густину.

## **Методика досліджень**

Як основні матеріали, в дослідженнях були використані портландцементи, що виробляються заводами України, відрізняються

вмістом добавки та властивостями (табл. 1) і відповідають вимогам нормативних документів [9].

Таблиця 1

Основні характеристики цементів

Вид цементу	Марка цементу	Кількість доменного гранульованого шлаку в складі цементу	Підприємство – виробник
ПЦ I-500	500	0	ПАТ «Донецмент»
ПЦ II/A-III-400	400	19	ПрАТ Кривий Ріг цемент
ПЦ II/Б-III-400	400	34	ПрАТ Кривий Ріг цемент
ШПЦ III/A/400	400	64	ПАТ Дніпроцемент

Як наповнювачі для бетону застосовували: дніпровський річковий пісок і гірські породи Криворізького залізорудного родовища та відходи збагачення залізних руд Криворізьких гірничо-збагачувальних комбінатів. У якості залізозмішуючого компоненту комплексної добавки використовували сполуки заліза – FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, відходи збагачення залізних руд і гірські породи Криворізького залізорудного родовища. Як компонент комплексної добавки прийняті поліспирти: пропандіол 1,2; пропандіол 1,3; бутандіол 1,3; пропанол-1,2,3; 2,3 диметилбутандіол-2,3; етандіол 1,2; триметилпропан. Для утворення піни застосовували піноутворювач ПО-2.

В першій групі експериментів визначався вплив складу цементу на властивості (густину) пінобетону. При проведенні дослідів застосовували цементи, основні відмінні характеристики яких наведено в табл. 1. При виготовленні пінобетону заповнювачі не застосовували, щоб виключити їхній вплив на результати експерименту.

### Результати досліджень

Результати дослідів (табл. 2) показали, що вміст доменного гранульованого шлаку в цементі значно впливає на густину отриманого ніздрюватого цементного каменю.

Збільшення вмісту доменного гранульованого шлаку в цементі призводить до зменшення густини системи при однаковому вмісті комплексної добавки та складу цементного тіста.

Таблиця 2

Щільність нiздрюватого цементного каменю

Вид цементу	Густина цементного каменю, кг/м <sup>3</sup>
ПЦ II/A-III-400	612
ПЦ II/B-III-400	590
ШПЦ III/A/400	562

Порівняння впливу виду цементу на кратність бетонної суміші показало (рис. 1), що вид цементу впливає на величину кратності бетонної суміші. Але не однозначно.

Найбільшу кратність в межах незначного вмісту поліспирту має бетонна суміш, яка виготовлена з цементу без добавок (ПЦ I-500).

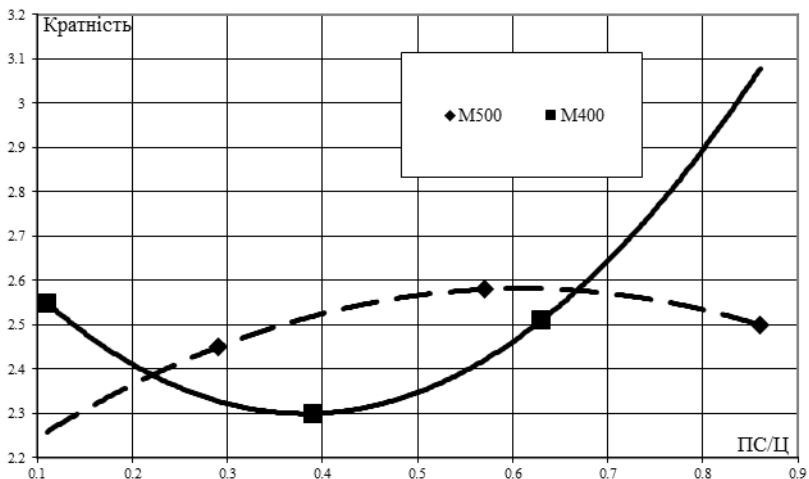


Рис. 1. Вплив виду цементу на кратність бетонної суміші (Заповнювач/Цемент=0,71; ПС – поліспирт; М500 - ПЦ I-500; М400 - ПЦ II/B-III-400)

При збільшеному вмісті поліспирту кратність бетонної суміші більша при використанні портландцементу з добавкою доменного шлаку (ПЦ II/B-III-400).

Визначене явище можна пояснити тим, що частинки доменного гранульованого шлаку в цьому випадку здійснюють вплив на кратність бетонної суміші, аналогічний частинкам заповнювача. Тобто, сумарний

вміст заповнювача і активної мінеральної добавки в цементі повинен відповідати певній оптимальній величині.

В наступній групі експериментів досліджувався вплив виду цементу на щільність бетону.

При застосуванні портландцементу ПЦ II/Б-Ш-400, який має у своєму складі доменний гранульований шлак, збільшення вмісту поліспирту до певної межі, незалежно від вмісту заповнювача, приводить до збільшення щільності бетону. Подальше збільшення кількості поліспирту призводить до зменшення густини бетону (рис. 2). Це можна пояснити тим, що поліспирт фізично зв'язує значну кількість води, яка не випаровується при сушінні бетону.

Застосування портландцементу без добавок (ПЦ I-500) змінює взаємозв'язок між вмістом поліспирту та густиною бетону (рис. 3).

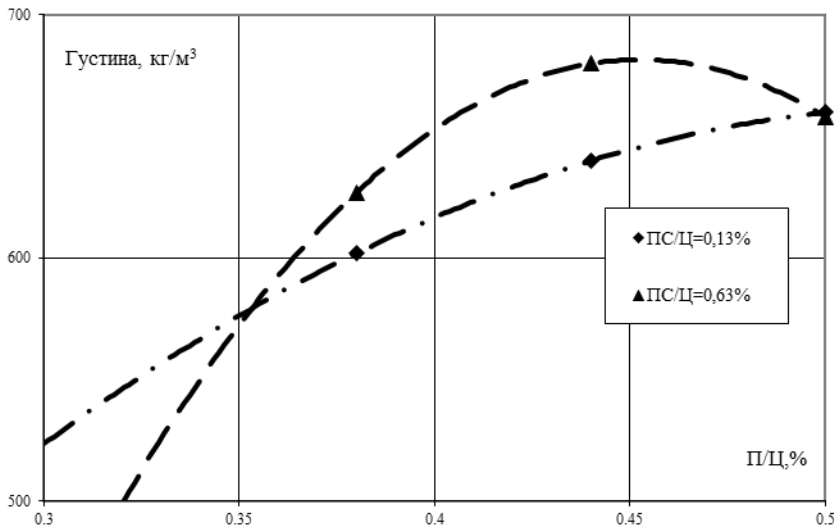


Рис. 2. Залежність щільності пінобетону від вмісту заповнювача (цемент ПЦ II/Б-Ш-400; В/Ц=0,6; ПС – поліспирт; П – заповнювач)

У цьому випадку існує оптимальний вміст поліспирту, при якому густина бетону найменша. Це показує, що доменний гранульований шлак, що міститься в портландцементі, здійснює негативний вплив на величину густини бетону.

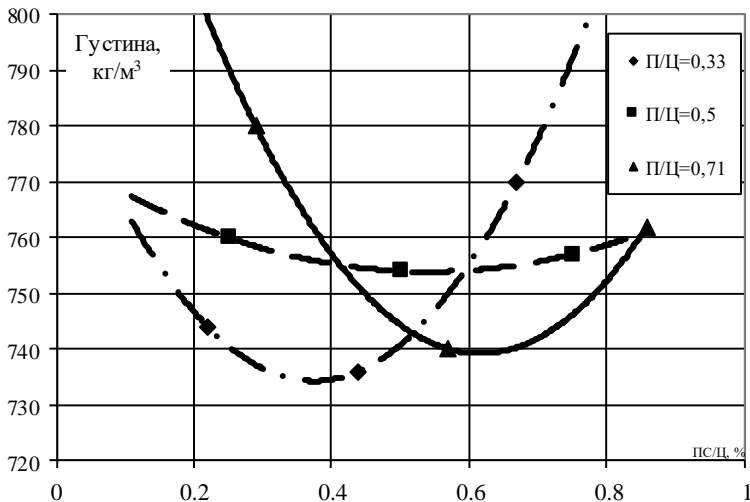


Рис. 3. Вплив поліспирту на густину бетону (цемент ПЦ І-500; В/Ц=0,6; ПС – поліспирт; П – заповнювач)

## Висновки

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що вид (мінералогічний склад) цементу впливає на властивості пінобетонної суміші. Компоненти комплексної добавки (поліспирт та залізовміщуючий компонент) призводять до додаткової активізації доменного гранульованого шлаку, який входить до складу цементу. Окрім цього, доменний гранульований шлак виконує роль наповнювача системи, що також сприяє отриманню відповідних результатів.

## References

1. Merkyn A. P. Neprochnoe chudo / A. P. Merkyn, P. R. Traube. – М.: Khymyia, 1983. – 224 s.
2. Merkyn A. P. Osobennosti struktury y osnovy tekhnolohyy polucheniya effektivnykh penobetonnykh materialov / A. P. Merkyn, T. E. Kobyzde // Stroitelnye materialy. – 1988. – № 3. – S. 16–18.
3. Rebynder P. A. O mekhanicheskoi prochnosti porystykh dispersnykh tel / P. A. Rebynder, E.D. Shchukyn, L.Ia. Marholys // Dokl. AN SSSR. – 1964. – T.154, № 3. – S. 695-698.
4. Rozenfeld L. M. Yssledovanye penokarbonata / Rozenfeld L. M. – М.: Hos. yzdatelstvo lyteratury po stroitelstvu y arkhitekture, 1955. – 55 s. – (TsNYPS, Nauchnoe soobshchentye; vyp. 23).

5. Yudovych B. E. Penobeton: novoe v osnovakh tekhnolohyy / B. E. Yudovych, S. A. Zubekhyn // Tekhnika y tekhnolohiya sylykatov. – 2007. – Т. I. – С. 14–24.
6. Shyshkina O.O Vlastyvosti i tekhnolohiia pinobetonu, modyfikovanoho oksydami zaliza: dys...kand. tekhn. nauk: 05.23.05 / Shyshkina Olexsandra Olexsandrivna. – Kryvyi Rih, 2010. – 180 s.
7. Pashchenko A. A. Viazhushchye materyaly / A. A. Pashchenko, V. P. Serbyn, E. A. Starchevskaia – Kyev: Yzdatelskoe obedynenye «Vyshcha shkola», 1975. – 444 s.
8. Shyshkyn A.A. Spetsyalnye betony dlia usyleniya stroytelnykh konstruksyi ekspluatyruuiushchyksia v uslovyiakh deistviya ahressyvnykh sred: dys. dokt. tekhn. nauk: 05.23.05 / Shyshkyn Aleksandr Alekseevych. – Kryvoi Roh, 2003. – 336 s.
9. Tsementy zahalnobudivelnoho pryznachennia. Tekhnichni umovy: DSTU B V.2.7-46-96. – [Chynnyi vid 1997-01-01]. – K.: Derzhkommistobuduvannia Ukrainy, 1996. – 16 s.

### **Список використаних джерел**

1. Меркин А. П. Непрочное чудо / А. П. Меркин, П. Р. Траубе. – М.: Химия, 1983. – 224 с.
2. Меркин А. П. Особенности структуры и основы технологии получения эффективных пенобетонных материалов / А. П. Меркин, Т. Е. Кобидзе // Строительные материалы. – 1988. – № 3. – С. 16–18.
3. Ребиндер П. А. О механической прочности пористых дисперсных тел / П. А. Ребиндер, Е.Д. Щукин, Л.Я. Марголис // Докл. АН СССР. – 1964. – Т.154, № 3. – С. 695-698.
4. Розенфельд Л. М. Исследование пенокарбоната / Розенфельд Л. М. – М.: Гос. издательство литературы по строительству и архитектуре, 1955. – 55 с. – (ЦНИПС, Научное сообщение; вып. 23).
5. Юдович Б. Э. Пенобетон: новое в основах технологии / Б. Э. Юдович, С. А. Зубехин // Техника и технология силикатов. – 2007. – Т. I. – С. 14–24.
6. Шишкіна О.О Властивості і технологія пінобетону, модифікованого оксидами заліза: дис...канд. техн. наук: 05.23.05 / Шишкіна Олександр Олександрівна. – Кривий Ріг, 2010. – 180 с.
7. Пашенко А. А. Вяжущие материалы / А. А. Пашенко, В. П. Сербин, Е. А. Старчевская – Киев: Издательское объединение «Вища школа», 1975. – 444 с.
8. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред: дис. докт. техн. наук: 05.23.05 / Шишкин Александр Алексеевич. – Кривой Рог, 2003. – 336 с.
9. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови: DSTU B V.2.7-46-96. – [Чинний від 1997-01-01]. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. – 16 с.