

УДК 666.973.6

**ВОДОПОТРЕБА РОЗЧИНОВОЇ СУМІШІ
НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО В'ЯЖУЧОГО
З ДОДАТКОМ МЕЛЕНОГО ДОМЕННОГО ШЛАКУ
ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ**

**Крилов Є.О., здобувач, Мартинов В.І., к.т.н., доцент.,
Бойко Т.В., к.т.н., доцент**

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Вступ. Для широкого впровадження неавтоклавного газобетону у будівництво перед дослідниками постає ряд задач, які необхідно вирішити, а саме: підвищення міцності ніздрюватих бетонів при зниженні їх середньої густини, зменшення витрати в'язучого для досягнення заданої міцності, скорочення енерговитрат на підготовку сировинних матеріалів та теплову обробку, скорочення виробничого циклу виготовлення виробів, підвищення однорідності виробів по показникам міцності, густини, вологості, тріщиностійкості. Однією з причин низької якості виробів з ніздрюватих бетонів являється неповна вивченість процесів формування макро- та мікроструктури та вплив її на властивості матеріалу [1].

Мета дослідження. Визначення водопотреби розчинової суміші з додатком у складі рецептури меленого доменного шлаку, з відомою питомою поверхнею визначеною за приладом Р.Л.Блейна та вивчення реологічних характеристик композицій.

Матеріал, що застосовується при дослідженні.

В'язуче гідралічне – портландцемент ПЦІ-500-Д0 згідно ДСТУ БВ.2.7-46:2010 ПАТ «Волинь-цемент» (м.Здолбунів); НГ цементного тіста – 28,75%; Рання міцність при стиску на 2 добу – 32,6МПа; Початок тузавлення цементного тіста 1год.50хв., кінець 3год.00хв.

Низькоактивне в'язуче – гранульований доменний шлак ГДШ 2 гатунку, постачальник ПАТ «Дніпровський меткомбінат» (м.Дніпродзержинськ) згідно ТУ У В.2.7-27.1-05393043-113:2010; Змелений до питомої поверхні 1490см²/г за приладом Р.Л.Блейна згідно з ДСТУ БВ.2.7-188:2009; Істинна густина порошку– 2940г/см³; Хімічний склад: СаО–45,6%, SiO₂–38,8%; Коефіцієнт якості шлаку–1,45.

Пластифікуюча добавка – суперпластифікатор «ПОЛИПЛАСТ СП-1» с ненормованим повітровтягуванням згідно ТУ 5870–005–58042865–05.

Об'єкт досліджень. Підбір водопотреби розчинової суміші на основі комплексного вяжучого, а також з додатком меленого доменного шлаку визначеної питомої поверхні, при забезпеченні діаметру розпливу (текучості) розчинової суміші по віскозиметру Суттарда постійним та рівним 240 ± 5 мм, що задовільняє вимогам повної стабілізації процесу поризації композицій при виготовленні неавтоклавного конструкційно-теплоізоляційного газобетону густиною 500 кг/м^3 .

Для реалізації данного дослідження застосований математичний метод планування згідно стандартного плану Бокса-Бенкіна типу В-3.

На міцність поризованого матеріалу безпосередньо впливає характер розподілень твердої складової (міжпорових перегородок)[2]. Розглядаючи міжпорові перегородки ніздрюватого бетону з позиції законів бетонознавства, необхідно признати від'ємний вплив на його властивості збиткової кількості води замішування.

Воду замішування умовно можна розділити на три частини:

I – хімічно зв'язана вода, яка необхідна для нормальної гідратації в'яжучого.

II – фізично зв'язана вода, що адсорбована твердими компонентами суміші. Кількість фізично зв'язаної води напряму залежить від показників питомої поверхні сухих складових розчинової суміші.

III – вільна (баластна) вода.

Основним фактором, що визначає властивості ніздрюватого бетону, крім структури міжпорової речовини (мікроструктури), також являється капілярна пористість, яка пропорційна кількості води замішування. Велика кількість капілярних пор в бетоні, крім зниження міцності, різко збільшує водопоглинання матеріалу та знижує його морозостійкість. Збільшення усадочних деформацій матеріалу при висушуванні має пряму залежність від кількості вільної води в розчинової суміші. Таким чином, принципово слід прагнути до максимального зниження капілярної пористості, що можливо досягти шляхом скорочення кількості води замішування.

Однак, при виробництві ніздрюватих бетонів вільна (баластна) вода визначає рухливість (в'язкість) розчинної суміші, від якої залежить інтенсивність поризації. Інакше кажучи, чим більше

вільної води у суміші, тим інтенсивніше протікає процес поризації суміші. Однак, основні експлуатаційні характеристики таких сумішей та ніздрюватих бетонів на їх основі будуть занижені [3].

Для вирішення цього питання, в дослідженнях по визначенню водопотреби розчинової суміші з використанням меленого доменного шлаку, обосновано факт застосування пластифікуючої добавки, яка дозволяє підвищити рухливість суміші без збільшення кількості вільної води [4]. Для впровадження данного напрямку реалізований трьох-факторний експеримент із застосуванням математичних методів планування згідно стандартного плану Бокса-Бенкіна типу В-3. Повні відомості про змінні фактори, їх рівні та інтервали варьовання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Фактори, їх рівні та інтервали варьовання

| Найменування фактора | Код фактора | Одиниця виміру | Рівні варьовання | | | Інтервал варьовання |
|---|-------------|----------------|------------------|------|------|---------------------|
| | | | -1 | 0 | +1 | |
| X ₁ - вміст цементу або вяжущого | Ц | % | 40 | 45 | 50 | 5 |
| X ₂ - вміст меленого шлаку | Ш | % | 0 | 10 | 20 | 10 |
| X ₃ - вміст пластифікуючої добавки | Д | % | 0 | 0,30 | 0,60 | 0,30 |

Вибір змінних факторів, а також рівнів їх варьовання базується на основі апріорної інформації. Із рецептурно-технологічних факторів, що впливають на якість газобетону, були відібрані основні фактори, які впливають на реологічні характеристики суміші, ефективність ступеня гідратації комплексного в'язучого, а також інтенсивність тверднення композиції в цілому. Вибір факторів за такими якісними характеристиками, дозволяє із множини рецептурно-технологічних співвідношень підібрати такі, які забезпечать отримання газобетону з необхідними фізико-механічними характеристиками та найбільш ефективними параметрами за економічними показниками [5].

На попередньому етапі дослідження були проведені досліди, які дозволили визначити, що для отримання стійкої ніздрюватої структури, однорідної розчинової суміші, що готується в лабораторному змішувачі, діаметр текучості розчину по віскозиметру Суттарда повинен бути в межах 240мм. При цьому в експерименті витрата води в кожній строчці плану підбирали окремо, таким чином, щоб для всіх строк діаметр розпливу

розчинової суміші був постійним та рівним 240 ± 5 мм. Водопотребу розчинової суміші оцінювали величиною водотвердого відношення (В/Т). Результати вимірювань наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Матриця планування експерименту
та водопотреба розчинової суміші

| № п/п | Змінні фактори | | | Водотверде відношення |
|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | |
| 1 | - | - | - | 0,430 |
| 2 | + | - | - | 0,450 |
| 3 | - | + | - | 0,413 |
| 4 | + | + | - | 0,460 |
| 5 | - | - | + | 0,370 |
| 6 | + | - | + | 0,384 |
| 7 | - | + | + | 0,370 |
| 8 | + | + | + | 0,374 |
| 9 | - | 0 | 0 | 0,400 |
| 10 | + | 0 | 0 | 0,407 |
| 11 | 0 | - | 0 | 0,413 |
| 12 | 0 | + | 0 | 0,403 |
| 13 | 0 | 0 | - | 0,437 |
| 14 | 0 | 0 | + | 0,375 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0,403 |

X₁ - вміст поргланцементу або в'язучого; X₂ - вміст меленого шлаку;

X₃- вміст пластифікуючої добавки.

Порівняння результатів експерименту та оцінки ефективності дії вивчених рецептурно-технологічних прийомів представлені у вигляді гістограми на рисунку 1.



Рис.1. Водотверде відношення при розпльві розчинової суміші по віскозиметру Сутгарда - 240мм

З експериментальних даних та гістограм на всьому діапазоні досліджених факторів значення V/T коливається від 0,37 до 0,46. По графіку достатньо чітко відокремлюються рецептури з низьким водотвердим відношенням, завдяки вмісту в розчинової суміші максимальної кількості пластифікуючої добавки.

По отриманій математичній моделі в системі Excel побудована графічна залежність водопотреби розчинової суміші представленої у вигляді ізоповерхонь на рисунку 2 та рисунку 3.

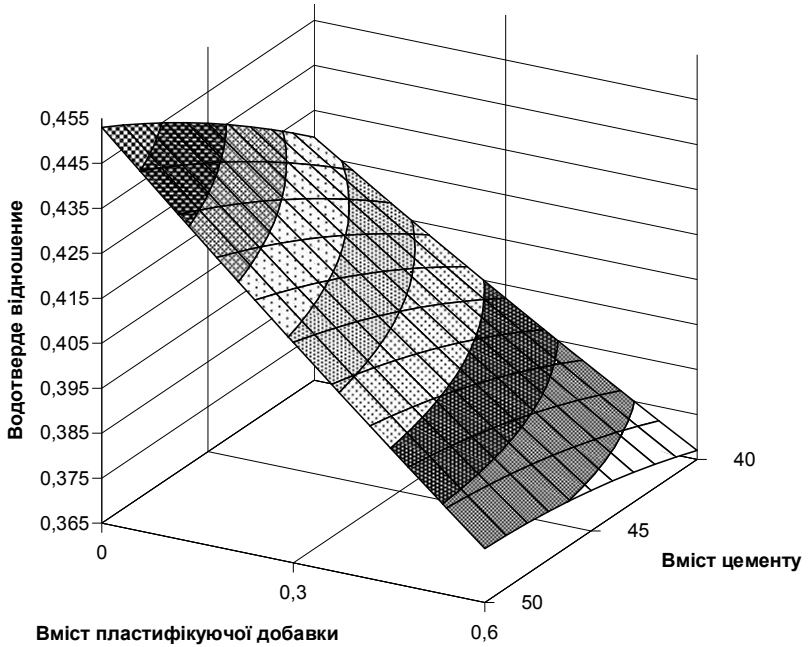


Рис.2. Ізоповхрні водотвердего відношення в залежності від вмісту портландцементу (Ц)

Аналізуючи результати досліджень сумішей, на основі комплексного в'язучого з додатком меленого доменного шлаку, можливо стверджувати, що підібрані рецептури з низьким В/Т відношенням (майже 37%) мають достатню рухливість (в'язкість) та задовольняють вимогам повної стабілізації процесу поризації розчинової суміші при виготовленні неавтоклавного конструкційно-теплоізоляційного газобетону.

Висновки

Згідно графічної інтерпретації на рисунках 1-3, найкращі результати розчинової суміші на основі комплексного в'язучого із застосуванням в складі сумішей меленого шлаку, з відомою питомою поверхнею, задовольняють рецептури за реологічними

характеристиками з низьким водотвердим відношенням. Тому, для отримання подальших рецептур з більш покращеними реологічними характеристиками, доцільно продовжити напрямок досліджень із застосуванням меленого доменного шлаку зі збільшеною питомою поверхнею.

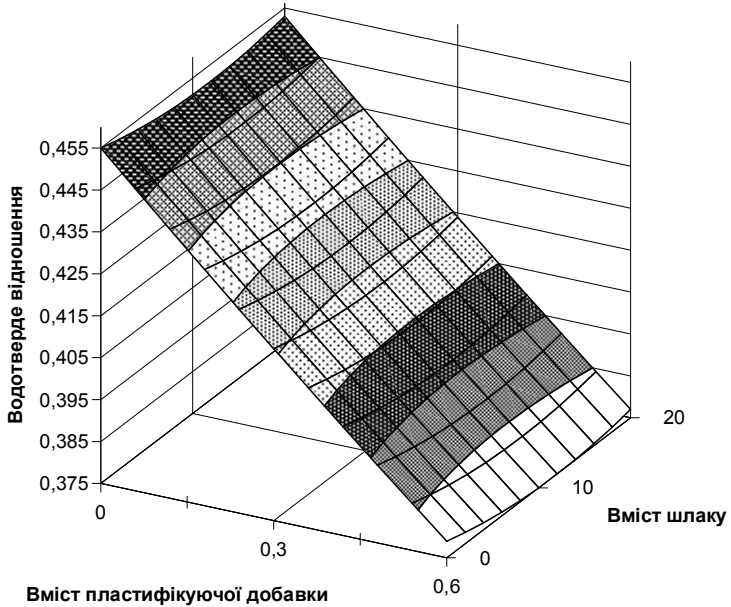


Рис. 3 Ізоповірки водотвердого відношення в залежності від вмісту меленого шлаку (III)

Summary

Water demand matched mortars with crushed slag. Researched the formulation with improved rheological properties that affect to the stabilization process in the manufacture of a composition porization autoclave aerated density of 500 kg/m³. Based on mathematical models are built according graphic of the water-solid representation in the form of isosurfaces.

Література

1. Т.А.Ухова, А.Т.Баранов, Л.С.Усова «Качество макропористой структуры и прочность ячеистого бетона» – В кн.: «Ячеистые бетоны с пониженной объемной массой». М., Стройиздат, 1974, с. 32-39
2. Мартынов В.И. Методика изучения и определения структурных параметров твердой составляющей ячеистых бетонов // В сб. „Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури”. – Одеса: „Місто майстрів”. вип. № 20. – 2005. С. 238-243.
3. Гладких К.В. «Изделия из ячеистых бетонов на основе шлаков и зол». М.: Стройиздат, 1976. с. 255.
4. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков: Монография. – Киев: Издательство ООО «ИПК Экспресс-Полиграф», 2012. – 258с.
5. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. М., «Мир», 1967.