

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ДЕКОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ КЕРАМЗИТОБЕТОНІВ НА ОБРОБЛЕНОМУ ЦЕМЕНТНОЮ СУСПЕНЗІЄЮ ГРАВІЇ

Бойченко В.В., гр. АД-608м(н).

*Наукові керівники - к.т.н., доцент Кровяков С.О., к.т.н., доцент
Петричко С.М.*

Були проведенні дослідження впливу фізико-механічних властивостей конструкційних керамзитобетонів на обробленому цементною суспензією гравії. Також були досліджені декоративні властивості конструкційних і контрольних керамзитобетонів у схемі RGB.

Кольорові, білі та декоративні бетони [1] використовуються для надання поверхні конструкцій споруд архітектурної виразності. В сучасній світовій будівельній практиці, у цивільному, гідротехнічному і транспортному будівництві достатньо широко використовуються конструкційні бетони на легких заповнювачах. Декоративні бетони, а найбільше – кольорові бетони з порошковими пігментами, все ширше впроваджуються завдяки розвитку будівельних технологій. Найчастіше використовуються для фарбування бетону пігменти, що включають оксиди металів, металоорганічні сполуки і тонкоподрібнений вуглець, а також мікрокапсули, емульсії або пастиконцентрати.

Все це дозволяє зробити висновок, що сучасна промисловість надає великий вибір пігментів. Використовуючи кольорові цементи також можна отримувати декоративний бетон. Чисті піски світлих відтінків без домішок частинок з оксидами заліза, що забарвлюють матеріал в сірий колір [2], бажано використовувати при виготовленні декоративного бетону із застосуванням пігментів або кольорових цементів.

Багато технологічних факторів впливають на кольорові характеристики бетону, наприклад, в складах з «сірими» цементами при зниженні водоцементного відношення знижується світлина бетону, при цьому для складів з білим цементом В/Ц на світліну бетону практично не впливає. Від того, що кількість цементу в цементному тісті збільшується, тому насиченість кольору декоративного бетону зростає при зменшенні В/Ц. Для того, щоб

поліпшити художню виразність виробів можна використовувати мікрокремнезем і суперпластифікатор спільно з пігментом. Також це впливає на зниження дефектності. Декоративні дрібнозернисті бетони на рядових цементах марки 400 для покриттів підлог з міцністю до 100 МПа [3] були отримані за рахунок застосування підвищеної кількості суперпластифікатору С-3. Декоративні бетони класу В60 з низьким показником за стиранням [4] були отримані на основі активованого цементу з використанням вібролитої технології.

Нашою науковою групою проводилися дослідження властивостей декоративних конструкційних керамзитобетонів на двох паралельних серіях зразків. Перша серія виготовлялася за традиційною для керамзитобетонів технологією. 70% від необхідної води та весь керамзитовий гравій подавалися у змішувач. Цемент, пісок і решта води з розчиною в ній добавкою-пластифікатором подавалися приблизно після 30 секунд перемішування. З цементом в сухому стані залізоокисні пігменти розмішувалися завчасно. Загальна тривалість перемішування складала приблизно п'ять хвилин, пористий керамзитовий гравій насичувався лише водою.

Друга серія була виготовлена з застосуванням технологічного прийому обробки пористого гравію цементною суспензією. 90% від необхідної кількості води з розчиненими в ній 50% добавки-пластифікатору та 30% від необхідної кількості цементу послідовно подавалося у змішувач, і ця суспензія перемішувалася близько однієї хвилини. Керамзитовий гравій подавався у змішувач, де знаходилася суспензія, і перемішування продовжувалося ще одну хвилину. Після цього подавалася решта цементу, пісок і решта води з розчиною добавкою (теж 50%). З 70% цементу залізоокисні пігменти розмішувалися завчасно в сухому стані, пігмент у суспензію не вводився, тому пористий керамзитовий гравій насичувався тільки цементною суспензією. Загальна тривалість перемішування складала в середньому шість хвилин – на хвилину довше, ніж для контрольної серії.

У кожній серії виготовлялося по п'ять партій зразків з різними видами та кількістю пігменту. Всі досліджені бетони мали рівну кількість керамзитового гравію (670 л/м^3) і портландцементу (500 кг/м^3). Добавка-суперпластифікатор С-3 в кількості 0,8% від маси цементу застосовувалася у всіх складах. В залежності від застосування у складі пігменту, корегувалася кількість піску для забезпечення рівного об'єму. Один склад (одна партія зразків) у кожній серії був без пігменту – контрольним. В складах №2 і №3 використовувався

червоний пігмент (відповідно – 10 і 20 кг/м³), а в складах №4 і №5 – жовтий пігмент (також – 10 і 20 кг/м³).

Підбором кількості води досягалася рівна рухомість П2 (ОК від 4 до 6 см), яку мали всі суміші. Значення фізико-механічних властивостей конструкційних декоративних і контрольних керамзитобетонів, у тому числі, значення В/Ц для п'яти досліджених в кожній із серій складів, показані у таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості досліджених керамзитобетонів

Показник	Склад №1	Склад №2	склад №3	Склад №4	Склад №5
В/Ц	0,347 / 0,354	0,368 / 0,358	0,367 / 0,360	0,354 / 0,358	0,366 / 0,366
Міцність при стиску, МПа	31,3 / 31,9	31,6 / 32,1	27,9 / 28,5	32,1 / 33,6	29,4 / 31,3
Міцність на розтяг при згині, МПа	6,14 / 6,11	5,94 / 6,14	6,07 / 6,13	6,31 / 6,36	6,13 / 6,17
Морозостійкість (циклів)	F550				F500
Середня густина, кг/м ³	1790 / 1810	1770 / 1785	1770 / 1780	1770 / 1780	1770 / 1780
Примітка: у чисельнику значення показника при приготуванні суміші за традиційною технологією, у знаменнику – при застосуванні обробки гравію цементною суспензією.					

З таблиці можна зробити висновок, що на В/Ц керамзитобетонної суміші технологія приготування (традиційна або з обробкою гравію цементною суспензією) не впливає. Різниця у значеннях В/Ц між серіями по окремих складах не перевищує 2%. Відомим у бетонознавстві ефектом є те, що необхідність незначного (на 2-6%) підвищення В/Ц суміші відбувається через додаткову водопотребу компоненту – пігменту, після його введення.

Аналіз показав, що при введенні як жовтого, так і червоного залізоокисного пігменту у кількості 10 кг/м³, показник міцності досліджених керамзитобетонів при стиску майже не змінюється і зростає на 2-5%, попри підвищення В/Ц. Міцність при стиску декоративних керамзитобетонів в середньому на 8% нижче за міцність контрольних складів при введенні більшої кількості пігменту (20 кг/м³).

Міцність досліджених конструктивних декоративних і контрольних керамзитобетонів зростала в середньому на 1 МПа за рахунок обробки пористого гравію цементною суспензією. Зростання по окремих складах було в межах від 2 до 6%, тобто було несуттєвим. Це пояснюється тим, що в даних дослідженнях використовувався доволі дрібний гравій фракції 5-10 мм. Вплив міцності відносно маломіцного заповнювача на міцність бетону на цьому пористому заповнювачі знижується [5] по мірі зменшення його розміру (фракції).

Міцність на розтяг при згині досліджених декоративних керамзитобетонів практично не відрізнялася від міцності контрольних складів, а для бетонів з вмістом $10 \text{ кг/м}^3 \text{ FeO (OH)}$ (жовтого пігменту) була на 3-4% вищою. Це можна пояснити тим, що В/Ц суміші мало впливають на величину міцності на розтяг, а також – властивість пігментів частково виконувати роль мікронаповнювача [6].

Дослідження декоративних керамзитобетонів на кольорову гаму проводилося наступним чином. Зразки-куби фотографували при однаковому освітленні. Область верхньої безпосередньо при фотографуванні грані зразка відокремлювалася на цифровій фотографії. Завдяки застосуванню фільтру «average» програми Photoshop проводилося усереднення кольору. За схемами RGB та СМΥК визначалося значення усередненого кольору. Аналізувалося по шість зразків для кожного складу, середні значення показників кольору вираховувалися після цього. Схему СМΥК можна вважати більш зручною при використанні у якості в'язучого білого цементу, але для неї використовують білий або чорний фони. Вірніше буде порівнювати інтенсивність необхідного кольору з сумою R+G+B, тому що при використанні сірого цементу фон має приблизно рівномірне забарвлення всіма основними кольорами схеми. Показники кольорів у схемі RGB досліджених керамзитобетонів наведені у таблиці 2.

Відсоток складової Red у сумі трьох складових кольорів схеми (R+G+B) зростає по мірі зростання кількості червоного залізоокисного пігменту (Fe_2O_3) у бетоні. Якщо у контрольних бетонах він був на рівні 33,1%, то для складу №2 це вже 37,0 і 38,1% відповідно для традиційної технології та технології з обробкою гравію цементною суспензією, а для складу №3 – 40,0 і 40,6%. За умови що $R \approx G$, сумою червоної і зеленої складової у схемі RGB є жовтий колір. При введенні 10 кг/м^3 жовтого пігменту, тобто для складу №4, відсоток Red+Green у сумі R+G+B дорівнює 69,5 і 69,8%, а при введенні 20 кг/м^3 жовтого пігменту (склад №5) – 70,8 і 71,9% відповідно для традиційної технології та технології з обробкою гравію цементною суспензією.

Показники кольорів досліджених конструкційних декоративних і контрольних керамзитобетонів у схемі RGB

Показник	№1, контроль	№2, Fe ₂ O ₃ 10 кг/м ³	№3, Fe ₂ O ₃ 20 кг/м ³	№4, FeO(OH) 10 кг/м ³	№5, FeO(OH) 20 кг/м ³
Red	200 / 199	207 / 209	199 / 207	205 / 206	211 / 211
Green	207 / 209	181 / 176	156 / 155	196 / 200	198 / 200
Blue	198 / 194	171 / 164	143 / 148	176 / 176	168 / 161
Примітка: * - у чисельнику значення показника при приготуванні суміші за традиційною технологією, у знаменнику – при застосуванні обробки пористого гравію цементною суспензією					

У контактній зоні концентрація цементу є меншою, а у розчині – більшою в порівнянні з технологією з обробкою пористого гравію цементною суспензією, а додатковий вплив на колір оказує те, що при традиційній технології заповнювач насичується переважно водою.

Покращувалась насиченість кольору декоративних бетонів, яка досліджувалася за цифровими фото, міцність яких зростала в середньому на 1 МПа при стиску керамзитобетонів за рахунок технологічного прийому обробки пористого гравію цементною суспензією.

З усього цього можна зробити висновок, що вплив на щільність досліджених матеріалів пігментів і технології виготовлення показав, що середня щільність декоративних керамзитобетонів на 20-30 кг/м³ вище за щільність аналогічних контрольних складів, що пояснюється різним В/Ц сумішей. Завдяки насиченню контактної зони керамзиту цементом, більшу на 10-20 кг/м³ щільність мають матеріали на обробленому суспензією гравії.

Під впливом заморожування і відтаювання матеріал практично не втрачав масу, а морозостійкість обмежувалася зниженням міцності. При цьому морозостійкість всіх досліджених керамзитобетонів була на рівні не нижче F500. Висока довговічність даних матеріалів в типових

для гідротехнічних і транспортних споруд умовах експлуатації забезпечується при даному рівні морозостійкості.

На нашу думку саме для конструкційних керамзитобетонів будуть зберігатися переваги технології з застосуванням обробки пористого гравію цементною суспензією. Міцність таких композитів обмежена переважно міцністю «найслабшого» компоненту – пористого гравію. Ефективність запропонованої технології буде нижче для низькоміцних керамзитобетонів з малою витратою в'язучого.

Література

1. Суздальцева А. Я. Бетон в архитектуре XX века / А. Я. Суздальцева. – М.: Стройиздат, 1981. – 208 с.
2. Баженов Ю. М. Технология бетонов / Ю. М. Баженов. – М.: Из-во АСВ, 2002. – 500 с.
3. Ситников И. В. Декоративный высокопрочный мелкозернистый бетон / И. В. Ситников – Технологии бетонов, 2008, №5(5) – С. 14-17.
4. Наназашвили И. Х. Элементы благоустройства и малые архитектурные формы из высокопрочного декоративного бетона / И. Х. Наназашвили, Литовченко В. А. – Технологии бетонов, 2005, №3 – С. 20-22.
5. Ицкович С. М. Технология заполнителей бетона / С. М. Ицкович, Л. Д. Чумаков, Ю. М. Баженов. – М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.
6. Петричко С. Н. Прочностные характеристики декоративных судостроительных бетонов / С. Н. Петричко // Вісник ОДАБА, Вип. 44. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2011. – С. 258-263.

УДК 691.32:666.972.52

ВОДОНЕПРОНИКНІСТЬ І МОРОЗОСТІЙКІСТЬ БЕТОНІВ НА ВАПНЯКОВОМУ ЩЕБНІ

***Бойченко В. В., група АД-608М(н),
Науковий керівник - к.т.н., доцент Кровяков С. О.***

Був досліджений вплив кількості мікрокремнезему та добавки С-3 на водонепроникність та морозостійкість досліджених бетонів обох серій на вапняковому щебні (приготованих за традиційною технологією та на обробленому цементною суспензією щебні).