

УДК 666.97

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ВІБРОПРЕСОВАНИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ З ВІДХОДАМИ ВАПНЯКУ

Т. В. Верба

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня 1 курсу спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»

О. В. Романюк,

здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія (Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів)»,
навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Науковий керівник – к.т.н., доцент В. В. Житковський

*Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна*

Статтю присвячено дослідженням можливості використання відходів подрібнення вапняку як заповнювача для декоративного дрібнозернистого бетону, що отримується способом вібропресування. Показано вплив відходів на механічні та декоративні властивості виробів на основі такого бетону.

Ключові слова: вібропресування, бетон, вапняк, відходи.

The article is devoted to the study of the possibility of using limestone grinding waste as an aggregate for decorative fine-grained concrete obtained by the method of vibro-pressing. The impact of waste on the mechanical and decorative properties of products based on such concrete is shown.

Keywords: vibropressing, concrete, limestone, waste.

Перспективним матеріалом щодо використання в будівництві є дрібнозернистий бетон: він не потребує крупного заповнювача, забезпечення яким в багатьох регіонах пов'язане зі значними транспортними витратами; відрізняється від звичайного бетону більшою однорідністю, що дозволяє виготовляти з нього тонкостінні конструкції і сприяє тому, що дрібнозернисті бетони мають підвищені значення міцності на вигин та розтяг, тріщиностійкість, морозостійкість та водонепроникність, однак, зазвичай потребує витрат цементу, підвищених на 20–40% порівняно зі звичайними.

Ефективним матеріалом для отримання дрібнозернистих бетонів є відсівні подрібнення гірських порід (гранітів, діоритів, габро, базальтів та інших). Відсівні є відходами, що утворюються при виробництві щебеню. Ці відходи накопичуються на кар'єрах промисловості нерудних матеріалів, погіршуючи їх екологічний стан. У звичайних цементних бетонах використання відсівів обмежене через незадовільний зерновий склад та високий вміст пилюватих частинок, і викликає перевитрату цементу. Однак пилювата фракція відсівів, що являє собою дисперсні частинки вихідної породи, за певних умов може виконувати функцію активного мікронаповнювача, який позитивно впливає на структуроутворення та властивості бетонів [1].

Мета роботи полягала в розробці ефективних складів вібропресованого дрібнозернистого бетону з відходами вапняку.

Дослідження впливу виду заповнювача, складу бетону, параметрів ущільнення, добавок та пігментів на характеристики вібропресованого бетону з вапняковими відходами шляхом виготовлення зразків циліндрів розміром $d=h=50$ мм у лабораторії кафедри. Зразки досліджувалися у спеціальних прес-формах на лабораторній установці, призначеній для досліджень процесу вібропресування за наступних параметрів ущільнення: тиск – 0,06 МПа, частота вібрування – 50 Гц, амплітуда вібрування – 0,5 мм, тривалість – від 5 до 15 с. Такі параметри характерні для більшості бетоноформуєчих установок (вібропресів) при отриманні дрібноштучних виробів (стінних блоків, цегли, тротуарних плит, бордюрів).

Було виготовлено 12 серій зразків (у кожній серії 8 шт. (4 зразки випробувалися на 7 добу твердіння бетону, 4 – на 28)). Серії відрізнялися складом бетону (витратою цементу, води та заповнювача (вапнякового відсіву)), тривалістю вібрування та вмістом добавок. Зразки вібропресованого бетону виготовлялися з використанням цементу ПЦ II/A-III 500 виробництва «Волинь-цемент» філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна». Через певний період піддавалися випробуванням. Визначалася середня щільність вібропресованого бетону і його міцність при стисканні. Для встановлення відповідності вимогам стандарту також контролювалося водопоглинання зразків. Результати випробувань представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив складу бетону, часу вібрування та тривалості твердіння на властивості вібропресованих виробів

Склад бетону, кг/м ³				Середня густина, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа		Водопоглинання, %
Цемент	Вапняк	Вода	В/Ц		7 діб	28 діб	
Час дії вібрації – 5 с							
160	1920	227	1,42	2013	5,5	6,1	18,1
190	1900	216	1,14	2026	6,4	7,1	15,4
230	1840	202	0,88	2053	7,7	8,8	14
290	1740	195	0,67	2067	8,3	9,7	12,5
Час дії вібрації – 10 с							
160	1920	216	1,35	2054	8,5	9,0	12,1
190	1900	206	1,08	2064	9,9	10,4	11,2
230	1840	193	0,84	2095	11,8	13,0	10,4
290	1740	185	0,64	2109	12,7	14,3	9,6
Час дії вібрації – 15 с							
160	1920	212	1,33	2095	9,4	9,8	11,5
190	1900	202	1,06	2109	10,9	11,4	10,2
230	1840	189	0,82	2137	13,2	14,5	9,4
290	1740	182	0,63	2151	14,3	16,0	8,2

Для використання у якості заповнювача вібропресованих стінових блоків розглядалися відходи вапняку ПрАТ «Тернопільський кар'єр» фракцій 0–5 мм, 0–20 мм, 0–1 мм, а також

фракція 1–3 мм. Для встановлення можливості використання як заповнювача бетону визначали показники якості таких фракцій, як піскуок за ДСТУ БВ.2.7-32 та ДСТУ Б В.2.7-43.

Як показали отримані результати, зразки бетону, отримані шляхом вібропресування наджорсткої бетонної суміші з вапняковим відсівом фракції 0–5 мм, мають середню густину у межах від 2013 до 2264 кг/м³, міцність на 7-му добу твердіння від 5,5 до 15,0 МПа, а на 28-му (стандартний вік) – від 6,1 до 16,8 МПа. Таких характеристик достатньо для отримання повнотілих стінових виробів (цегли, блоків і каменів) марок за міцністю 50, 75, 100, 150, а також пустотних виробів (з пустотністю 40–50%) марок 25–75.

При вібропресуванні наджорстких бетонних сумішей важливим чинником досягнення міцності бетону при раціональних витратах цементу є якість ущільнення. Достатнє ущільнення сприяє підвищенню середньої густини бетону і дозволяє досягнути максимальної міцності без підвищення витрати цементу. З іншого боку навіть суттєвому збільшенню вмісту цементу у бетоні, що ущільнюється вібропресуванням може не забезпечити необхідної міцності у випадку, коли бетон недоущільнений. Вплив якості ущільнення у даних дослідженнях вивчалась шляхом зміни тривалості вібрування від 5 до 15 с, а також зміною вмісту пластифікуючої добавки. Пластифікуючі добавки викликають розрідження жорсткої бетонної суміші під час вібрування і тим самим полегшують досягнення максимальної щільності виробів. Дослідження інших параметрів вібрації таких як частота, амплітуда та величина динамічного тиску та бетонну суміш у цьому випадку є недоцільним, оскільки визначається типом роботою формувального обладнання і, зазвичай, не піддається регулюванню в процесі роботи обладнання.

Як показують результати випробувань, наведені у табл. 6, при вібруванні тривалістю 5 с бетон з вапняком ущільнюється недостатньо (середня густина близько 2000 кг/м³). Збільшення тривалості ущільнення до 10 с веде до збільшення середньої густини і до підвищення міцності бетону на 40–45% відповідно. Подальше підвищення тривалості вібрування до 15 с теж викликає підвищення міцності (на 10–12%), однак є не ефективним з позиції продуктивності роботи обладнання. Тому підвищення тривалості вібрування більше 10 с доцільне лише при виготовленні крупнорозмірних виробів або виробів зі складною конфігурацією, коли за нижчої тривалості важко досягнути однорідної структури виробів. З огляду на отримані результати для виробничих умовах оптимальним часом вібрування можна вважати тривалість 8–10 с.

Додавання добавки-пластифікатора при постійній тривалості вібрування (табл. 7) дозволяє зробити бетонну суміш більш зв'язною і більш здатною до ущільнення, а також уникнути появи технологічних дефектів при формуванні. Разом з цим спостерігається збільшення середньої густини бетону та, відповідно підвищення його міцності. Додавання 0,3% пластифікатора PRESS-CONCRETE K01 збільшує міцність на 28 добу на 3–5%, 0,6% – на 12–18%. Більший ефект добавки спостерігається при більшому вмісті цементу.

Зміна витрати цементу дозволяє досягнути необхідної міцності виробів при постійних параметрах роботи обладнання. Без використання добавки-пластифікатора для отримання рядових повнотілих стінових виробів марки 75 (пустотних 35) необхідна витрата цементу становить 150–160 кг/м³, для марки 100 (пустотних 50) – 185–190 кг/м³. Для лицевих виробів, придатних для отримання виробів «колотої» фактури необхідною є більша міцність – 12–15 МПа. Якісні вироби такого типу можна отримати при витраті цементу 240–250 кг/м³. Подальше підвищення витрати цементу з метою збільшення марки не є ефективним, так як не призводить до значного збільшення міцності бетону. Очевидно така тенденція викликана міцністю вихідної породи використаного вапнякового відсіву.

Використання пластифікуючої добавки в кількості 0,5–0,6% дає можливість знизити витрату цементу до 210–220 кг/м³ для отримання лицювальних «колотих» виробів. При отриманні рядових виробів нижчих марок використання пластифікатора не дає можливості


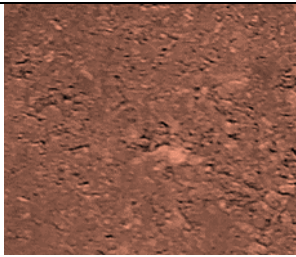




знизити витрату цементу, оскільки за рахунок малої кількості цементу втрачається зв'язність суміші і збільшується кількість технологічних дефектів. Достатня кількість добавки-пластифікатора у такому випадку становить 0,3%.

За 7 діб твердіння у стандартних умовах (вологість 90–100%, температура 18–20° С) вібропресовані зразки бетону з вапняковим відсівом набирають близько 90–95% від стандартної 28-добової міцності. Цього достатньо для розколювання лицевальних виробів (при необхідності), а також упакування і відправлення споживачу.

З метою перевірки декоративних властивостей вібропресованих виробів на вапняковому відсвіві було проведено дослідження впливу пігменту на колір, текстуру і фактуру. Був використаний червоний залізоокисний пігмент виробництва Lanxess (Німеччина) у кількості 3,5 і 7%. Результати наведені у табл. 2. Отримані дані вказують, що для отримання стабільних кольорових показників кількості пігменту 3,5% є достатнім, однак для більшого насичення кольору збільшення вмісту пігменту до 7% є досить ефективним. На міцнісні показники у даному діапазоні вмісту пігменту його кількість практично не впливає. Від подальшого підвищення вмісту пігменту слід очікувати зниження механічних характеристик бетону.

Таблиця 2

Вплив вмісту пігменту на декоративні властивості бетону з вапняковим відсівом

	Без пігменту	Вміст пігменту 3,5%	Вміст пігменту 7%
Втрата міцності	-	-	3,6%
Фактура «гладка»			
Фактура «колота»			

Водопоглинання вібропресованого бетону на вапняковому відсвіві становить 10–12%, що відповідає вимогам стандарту для стінових виробів.

Висновок. За своїми характеристиками відходи вапняку ПрАТ «Тернопільський кар'єр» можуть бути успішно використані як заповнювач при виготовленні стінових виробів (цегла, блоки, камені тощо) на цементних чи гіпсових в'язучих, що відповідають ДСТУ БВ. 2.7-7:2008 «Будівельні матеріали. Вироби бетонні стінові дрібноштучні. Технічні умови».

1. Дворкін Л. Й., Житковський В. В., Каганов В. О. Бетони на основі наджорстких сумішей. Рівне : Вид-во РДЦНТЕІБ, 2006. 179 с.