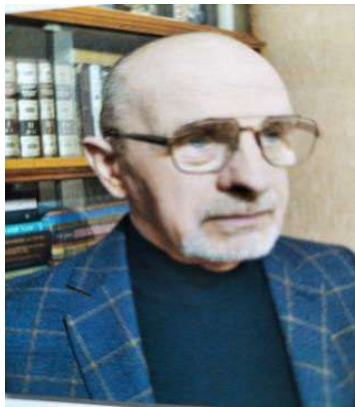


Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Ariel University (Ізраїль)
University North (Хорватія)
Politechnika Lubelska (Польща)
ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних
конструкцій»
Академія будівництва України
Українська академія архітектури
НВЦ «Екострой»
ТОВ «Стікон»



ЗБІРНИК ТЕЗ
міжнародної науково-технічної конференції
Структурування та руйнування
композиційних будівельних матеріалів
та конструкцій,
присвяченої 80-річчю заслуженого діяча науки і
техніки України, доктора технічних наук, професора
Вирового Валерія Миколайовича
23 квітня 2024 року



м. Одеса

ВИРОБИ ІЗ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ ІЗ ВІДХОДІВ ГЗК З ПОКРАЩЕНИМИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Чайка В. М., асп., Пługін А. А., д.т.н., проф.,

Мусієнко С. М., асп., Крикун О. П., асп.

Український державний університет залізничного транспорту

В шламонакопичувачах гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК) накопичена велика кількість відходів збагачення руд – хвостів пустої породи, що видобувається разом з рудою та відділяється від неї. На території тільки Полтавського ГЗК таких відходів близько 450 млн м³. Відходи ГЗК мають дисперсність природних пісків та зерна неправильної кутастої форми, отже, більш розвинену у порівнянні з природними пісками поверхню [1, 2]. Їх використання для виробництва будівельних матеріалів і виробів є привабливим через безкоштовність, а також можливість звільнення великих площ сільськогосподарських земель, на яких вони накопичуються.

Відходи ГЗК за дисперсністю відповідають заповнювачам для дрібнозернистих бетонів. Порівняно зі звичайними бетонами дрібнозернисті бетони мають низку особливостей і переваг, які можуть визначити їх галузі застосування [3]: можливість створення однорідної структури без включення крупного заповнювача; можливість отримання матеріалів та виробів з розширеним комплексом додаткових експлуатаційних властивостей; можливість реалізації складних архітектурно-конструктивних рішень – тонкостінних, багат шарових, ребристих, просторових конструкцій; можливість використання як заповнювачів відходів ГЗК.

Під навантаженням бетон руйнується від розтягувальних напружень, які виникають від поперечної деформації в стиснутих виробках і стиснутих зонах конструкцій, що згинаються, в розтягнутих зонах конструкцій, що згинаються, в розтягнутих елементах [4]. Від розтягувальних напружень бетон руйнується також через поперемінне заморожування – танення, сольову корозію. Міцність дрібнозернистого бетону на розтяг f_{ct} можна представити за аналогією з рівнянням міцності дисперсних систем Ребіндера–Щукіна [4]:

$$f_{ct} = nF_t, \text{ Па} \quad (1)$$

де n – кількість одиничних контактів в одиниці площі поперечного перерізу розтягнутого виробу або зони, 1/м²; F_t – сила, необхідна на розрив одиничного контакту між зернами дрібного заповнювача:

$$F_t = S f_{cpt}, \text{ Н} \quad (2)$$

де S – площа контактної зони в одиничному контакті; f_{cpt} – міцність на розтяг цементного каменю в контактних зонах між зернами дрібного заповнювача, Па.

Підставляючи (2) у (1) отримаємо:

$$f_{ct} = n S f_{cpt}, \text{ Па} \quad (3)$$

Якщо, враховуючи кутасту форму зерен хвостів ГЗК, припустити, що S не залежить від розміру зерен (рис. 1, а), з (3) видно, що підвищення f_{ct} можливо досягнути за рахунок збільшення величини будь-якого із двох інших множників, а саме міцності цементного каменю f_{cpt} (зниженням В/Ц тощо) або кількості одиничних контактів в одиниці площі поперечного перерізу n . Отже, у випадку однакового цементного каменю, тобто однакового f_{cpt} , за умови $n_2 > n_1$ (рис. 1, б) буде забезпечена й умова $f_{ct2} > f_{ct1}$.

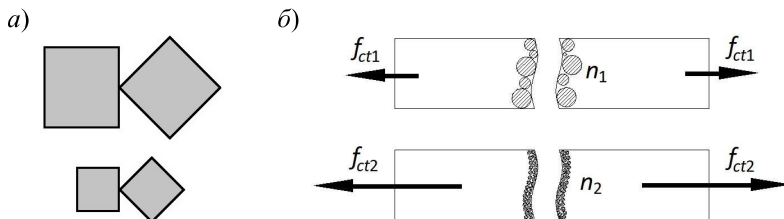


Рис. 1 – Схеми: а – контактів між зернами піску кутастої форми різного розміру; б – впливу розмірів зерен заповнювача на кількість контактів в одиниці площі перерізу та міцність на розтяг дрібнозернистого бетону

Виконано експериментальні дослідження зі створення виробів із дрібнозернистого бетону з хвостів ГЗК з покращеними фізико-механічними властивостями. Як контрольні використовували зразки на піску Безлюдівського родовища (Харківська обл.) з модулем крупності 1,1. Дослідження виконано на зразках-балочках $40 \times 40 \times 160$ мм з відношенням цемент : дрібний заповнювач 1:3. Витрату води підбирали для отримання осадки конусу суміші 1 см. Зразки випробували на міцність стандартним методом у віці 28 діб.

Осадка конусу 1 см для суміші без добавок на безлюдівському піску досягнута за В/Ц=0,5, для суміші на хвостах ГЗК – за В/Ц = 0,95 [5]. Отже, збільшена питома поверхня обумовила збільшення водопотреби суміші. Для суміші на хвостах ГЗК з В/Ц=0,5 осадка конуса 1 см досягнута у разі застосування добавок-суперпластифікаторів. За

однакових В/Ц=0,5 міцність дрібнозернистого бетону на хвостах ГЗК на розтяг виявилась у 1,5 рази вищою за міцності бетону на безлюдівському піску.

Досліджено залежність міцності дрібнозернистого бетону на хвостах ГЗК з В/Ц=0,5 від вмісту добавок-суперпластифікаторів: полікарбоксилатів Sika ViscoCrete 2508, Sika ViscoCrete 20NE, Релаксол-Супер ПК, сульфонафталінформальдегіду С-3. Результати дослідження наведено на рис. 2, з якого видно, що з підвищенням вмісту добавок міцність дрібнозернистого бетону збільшується. Всі залежності мають перелами, після яких подальше зростання міцності стає несуттєвим. Вони спостерігаються за вмістом добавки: Sika ViscoCrete 2508 – 2 %, Sika ViscoCrete 20NE – 1,5 %, Релаксол-Супер ПК – 2 %, С-3 – 1 %. Максимальна міцність дрібнозернистого бетону досягається у разі застосування добавки 1,5 % Sika ViscoCrete 20NE – 35 МПа і 1 % С-3 – 33,5 МПа.

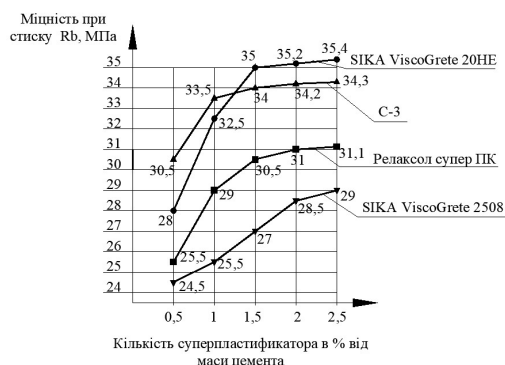


Рис. 2 – Залежність міцності на стиск дрібнозернистого бетону на хвостах ГЗК від вмісту добавок-суперпластифікаторів

Для отримання виробів як спосіб ущільнення обрано пошарове пресування, яке має забезпечити найщільнішу упаковку зерен а, отже, кількість контактів. Пошуковими дослідженнями встановлено, що максимальні показники міцності досягаються за товщини шару пресування 5 мм. Досліджено залежність міцності на стиск і розтяг дрібнозернистого бетону на хвостах ГЗК з В/Ц = 0,5 і 0,6 від тиску пресування. Результати дослідження наведено на рис. 3, з якого видно, що зі збільшенням тиску пресування міцність дрібнозернистого бетону збільшується. Всі залежності мають перелами, після яких подальше зростання міцності стає несуттєвим. Вони спостерігаються за тиском 12 МПа.

Таким чином встановлено, що дрібнозернистий бетон із заповнювачем – хвостами ГЗК за однакових В/Ц має міцність на розтяг у 1,5 рази вищу, ніж на дрібнозернистому кварцовому піску, і може бути рекомендований для бетонних виробів. Для отримання дрібнозернистого бетону з хвостами ГЗК необхідно застосування добавок-суперпластифікаторів, які дозволяють знижувати В/Ц у 1,9 раз. Витрата добавок не повинна перевищувати 1,5 % від маси цементу для полікарбоксилатів і 1 % – сульфонафталінформальдегіду.

Вироби із дрібнозернистого бетону з хвостами ГЗК доцільно формувати способом пошарового пресування товщиною шару 5 мм, тиском пресування 12 МПа.

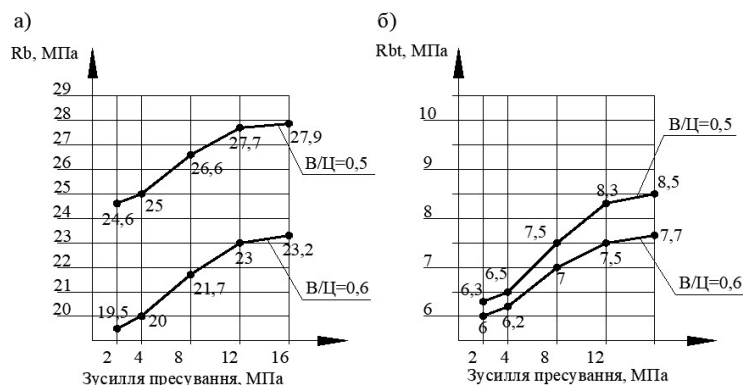


Рис. 3 Залежності міцності дрібнозернистого бетону на стиск (а)

Література

1. Вандаловський О.Г., Чайка В.М. Особливості технології бетонів на дрібнозернистих відходах. Науковий вісник будівництва, 63 (2011) 215–219.
2. Вандаловський О.Г., Казімагомедов І.Е., Чайка В.М. Міцнісні властивості бетону на відходах гірничозбагачувальних комбінатів як заповнювача. Науковий вісник будівництва, 64 (2011) 98–101.
3. Баженов Ю.М. Высокопрочный мелкозернистый бетон для армоцементных конструкций. Госстройиздат, Москва (1963) 127 с.
4. Плугин А.Н., Плугин А.А., Калинин О.А., Мирошниченко С.В., Плугин Д.А., Кагановский А.С., Плугин Ал.А., Градобоев О.В., Борзяк О.С. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них. Т.3. Теория прочности, разрушения и долговечности бетона, железобетона

и конструкций из них. Под ред. А.Н.Плугина. Наукова думка, Київ (2012) 288 с.

5. Вандаловський О.Г., Казімагомедов І.Е., Чайка В.М. Оптимізація структури мікробетону. Науковий вісник будівництва, 65 (2011) 153–160.

Твардовський І. О., Чучмай О. М.	156
Визначення життєздатності пошкоджених залізобетонних конструкцій будівлі	
Толмачов С. М., Толмачов Д. С.	159
Особливості морозно-сольової деструкції цементних бетонів транспортного призначення	
Трикоз Л. В., Камчатна С. М., Герасименко О. С., Калінін О. А., Никитинський А. В., Романенко О. В.	163
Дослідження процесів повзучості в композиційних матеріалах на основі наповнених полімерів	
Трикоз Л. В., Пустовойтова О. М., Зінченко О. С., Калінін О. А., Никитинський А. В., Романенко О. В.	165
Вплив фракційного складу наповнювача на структуроутворення в композиційних матеріалах на основі наповнених полімерів	
Trofimova L. E.	169
Modeling and optimization of structure formation of mineral-polymer composition for hydro insulation and anticorrosive protection	
Фіц С., Бжискі П., Шелонг М.	171
Оцінка можливості використання натуральних композитів з добавкою льняних волокон у будівництві	
Цапко Ю. В., Бондаренко О. П., Цапко О. Ю., Каверин К. О., Моцна Д. О.	173
Особливості вогнезахисту текстильних матеріалів для будівельних конструкцій	
Чайка В. М., Пługін А. А., Мусієнко С. М., Крикун О. П.	176
Вироби із дрібнозернистого бетону із відходів ГЗК з покращеними фізико-механічними властивостями	
Чучмай О. М., Єсванджія В. Ю.	181
Комп'ютерне моделювання та чисельний аналіз пошкоджених балок, підсилених фібробетоном	
Шевченко В. В., Вировой В. М., Сушицький Е. Б.	184
Вплив заморожування та відтавання на структурні зміни цементного каменю	
Шинкевич О. С., Луцкін Є. С., Шинкевич О. І., Сурков О. І.	186
Силікатні та алюмосилікатні композити з позиції нової наукової парадигми	
Shostak S., Bordiuzhenko O., Dvorkin L.	190
Water impermeability prediction of self-compacting low-cement concrete	
Зміст	194