

В.В. КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук,
Л.Ж. ГОРОБЕЦЬ, докт. техн. наук,
Національний Гірничий Університет, м. Дніпропетровськ

СИНЕРГЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ ЗРОСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ ВНАСЛІДОК МЕХАНОАКТИВАЦІЇ ЦЕМЕНТУ Й ЗАПОВНЮВАЧА

У статті наведено результати лабораторних досліджень впливу процесів механоактивації, при раціональному підборі складу бетонної суміші, на фізико-механічні параметри бетонних зразків. Проведено аналіз впливу структури зразків на міцності параметри із використанням електронної мікроскопії.

In the article the results of laboratory tests of mechanical activation processes' influence at rational mix design on physical and mechanical properties of concrete specimens. The analysis of specimens structure influence on strength parameters is made with use of electronic microscopy.

Активне використання передових технологій в області механоактивації й тонкого здрібнювання будівельних матеріалів є передумовою для розробки будівельних матеріалів з більш високими експлуатаційними характеристиками.

Слід зазначити основні фактори позитивного впливу тонкодисперсного будівельного матеріалу (цементного клінкера, піску) на структуру й фізико-механічні характеристики цементних композицій:

- зниження загальної пористості цементного каменю в бетоні при збільшенні об'ємної концентрації й дисперсності наповнювача;
- зв'язування гідроксиду кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$ кристалогідратного зв'язування аморфізованим кремнеземом Si_2 пуцоланових наповнювачів, підвищення пуцоланової активності наповнювача при його тонкому здрібнюванні;
- прискорення початкової стадії хімічного твердіння цементних систем із частками наповнювача, що служать центрами кристалізації;
- утворення кластерів “в'яжуче-наповнювач” за рахунок високої поверхневої енергії часток наповнювача;
- зміцнення контактної зони між цементним каменем і заповнювачами в бетонах;
- зниження водопотреби бетонних сумішей рядом наповнювачів різної

мінералогічної природи й дисперсності;

Для проведення випробувань по визначенню міцності зразків на механоактивованих в'язкому й заповнювачі проведені роботи зі здрібнювання вихідних будівельних матеріалів у струминному млині лабораторного комплексу кафедри збагачення корисних копалин Національного гірничого університету.

Дослідження з визначення впливу ступеня диспергування в'язкого й заповнювача на міцності параметри бетонної суміші було проведено на кафедрі будівництва й геомеханіки Національного гірничого університету. У ході проведення лабораторних випробувань визначалась межа міцності на одноосьовий стиск готових бетонних зразків на основі сумішей з різним ступенем дисперсності вихідних компонентів.

Вихідними компонентами були портландцемент М 400, річковий пісок середньої крупності й технічна вода. Всі зразки виготовляли із цементно-піщаного розчину зі складом 1 : 3.

На першому етапі були проведені випробування еталонних зразків бетону, приготовленого на піску й цементі марки М 400. Після подрібнення крупність піску, а також клас цементу змінювалися в діапазоні 3 – 6 мкм.

Наступним етапом проведення досліджень був підбір складу й проведення випробувань зразків на механоактивованих компонентах.

Після витримки зразків протягом 28 днів були проведені випробування на одноосьовий стиск. На підставі отриманих результатів побудовані залежності зміни міцносних параметрів бетонних зразків від впливу процесу механоактивації на вихідні компоненти бетонної суміші.

Один із зразків, що представлений у таблиці, має склад – цемент механоактивований, пісок стандартний (0,6 частини від загальної кількості заповнювача), пісок механоактивований (0,4 частини).

При проведенні експериментів відзначено, що зі збільшенням питомої поверхні піску в 2 – 3 рази водопотреба суміші збільшувалася в 1,2 ... 1,5 разів. На підставі отриманих даних меж міцності бетонних зразків на одноосьовий стиск були проведені дослідження структури бетонних зразків з використанням електронного мікроскопа.

Результати представлені на рисунках 2 – 5.

Спостерігається виразна зміна пористої структури бетону, при введенні у суміш мікро кремнезему, убик зменшення числа капілярних пор і збільшення числа більш дрібних гелевих пор. Підвищення гідратації силікату кальцію й

зниження числа капілярних пор забезпечують дві основні характеристики бетону зі змістом мікрокремнезему – підвищену міцність і підвищену непроницність.

Подвійний ефект надає бетону більшу стійкість до фізичного (стирання, ерозія й ударне руйнування) і хімічного впливам (проникнення води, сульфатів, хлоридів, органічних речовин і кислот).

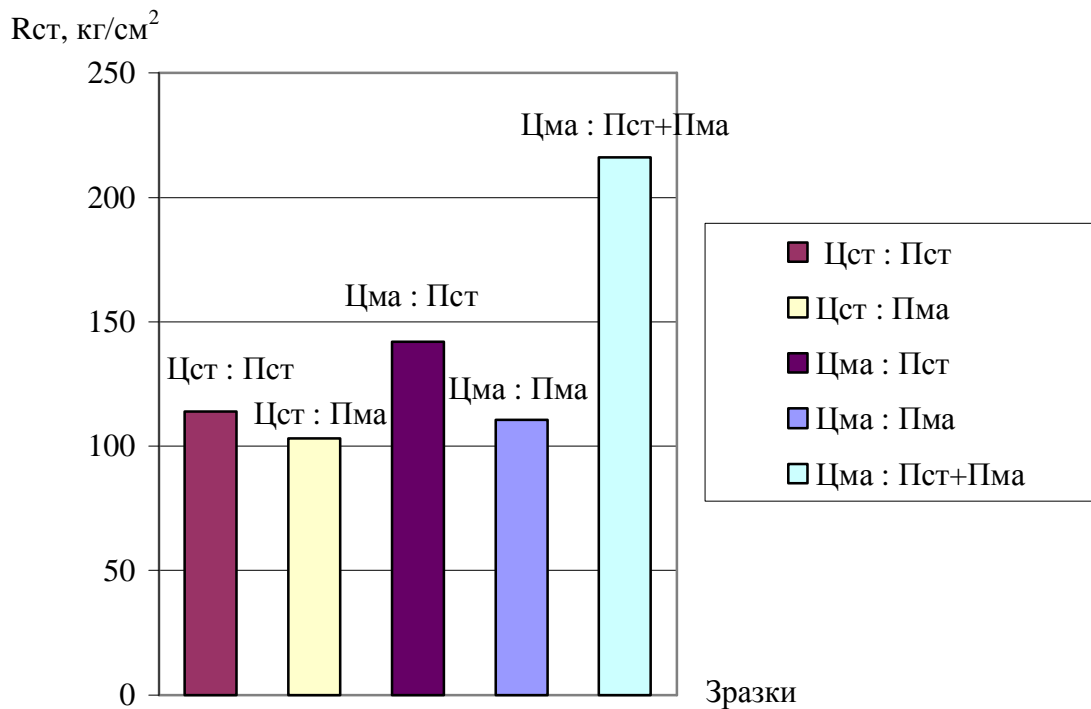


Рис. 1. Діаграма міцності зразків на одноосьовий стиск залежно від механоактивації вихідних компонентів (“ст” – стандартні і “ма” – механоактивовані цемент й пісок)

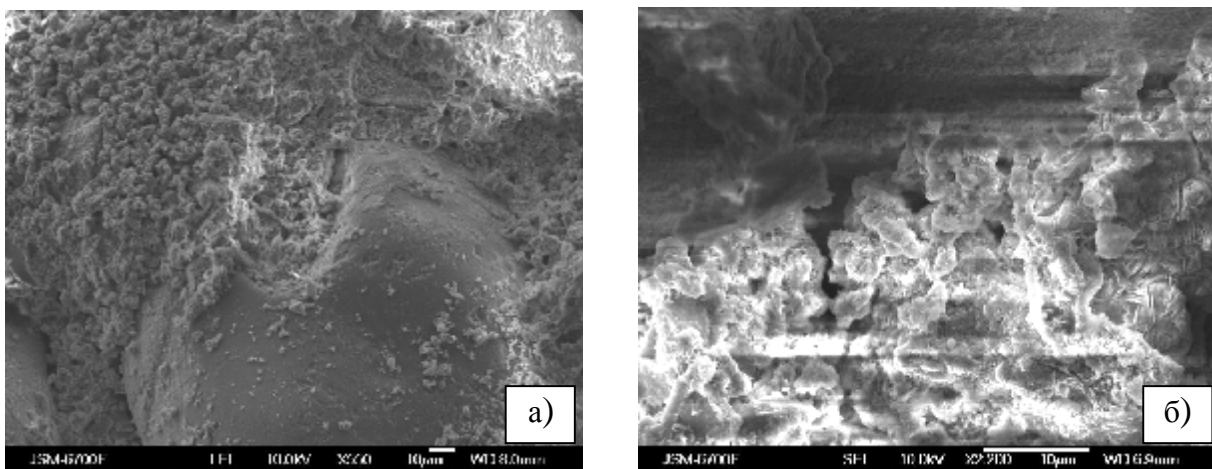


Рис. 2. Структура бетонного зразка на стандартному цементі і піску: варіант а – при 550-кратному збільшенні, варіант б – 2200-кратному збільшенні.

Уникнення крупного заповнювача у структурі бетонного зразка призводить до відсутності у створеній структурі активних центрів кристалізації (рис. 3).

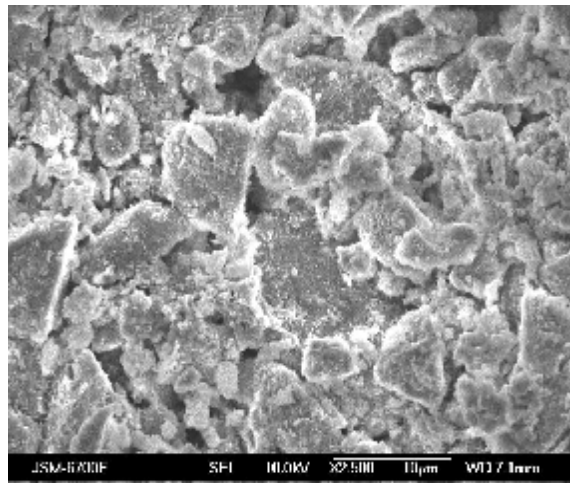


Рис. 3. Структура бетонного зразка на стандартному цементі та подрібненому (механоактивованому) піску (2500-кратне збільшення)

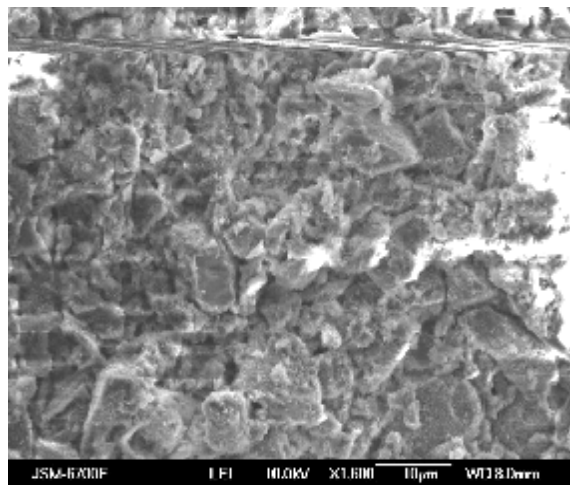


Рис. 4. Структура бетонного зразка на механоактивованих цементі та піску (1600-кратне збільшення)

Тобто структура характеризується як поліморфологічна без чітких центрів кристалізації. В подальшому наявність значної кількості дефектів у мікроструктурі бетонного тіла на макрорівні призводить до втрати міцності при навантаженнях значно менших у порівнянні із тими, які діють як руйнівні на зразки із стандартними цементом та піском. Заповнювач таким чином у стані подрібнення перестає приймати на себе основні навантаження, а напруження, що виникають у бетонному тілі стають достатніми для руйнування

зв'язків, що виникли завдяки цементній матриці між компонентами створеної структури гелю.

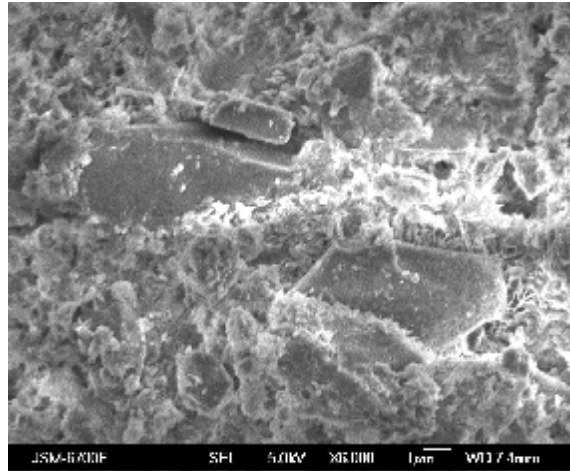


Рис. 5. Структура бетонного зразка на механоактивованому цементі, стандартному та механоактивованому піску (6000-кратне збільшення)

У процесі гідратації цемент переходить зі стану золя в гель. Використання механоактивованого піску дозволяє заповнити пори, які утворюються в бетоні при переході цементного розчину із золю в гель.

У результаті при використанні подрібненого піску в кількості 40 % від загальної маси заповнювача досягається значне ущільнення структури бетонного тіла, зменшується розмір капілярних пор.

Порівнюючи фотографії структури зразка із стандартного цементу та піску (рис. 2, б) із структурою зразка із механоактивованого цементу, стандартного (0,6 частини) та механоактивованого (0,4 частини) піска можна зробити

Значне збільшення змісту в розчинній суміші бетону здрібненого піску або повний перехід на здрібнений пісок (рис. 4), несприятливо позначається на міцносних параметрах зразків. Це пов'язане зі збільшенням питомої поверхні піску, зниженням активності цементу (відбувається «розведення» цементної матриці) і збільшенням пористості бетонного тіла внаслідок відсутності або значного зниження процентного вмісту крупного заповнювача.

Аналізуючи результати проведених досліджень слід відзначити значну роль процесів механоактивації не тільки в'язкого, як головного елемента по формуванню міцної матриці, але й механоактивованого заповнювача, який використовується разом із стандартним заповнювачем, створюючи більш плотну структуру. Використання мікрокремнезему у визначених об'ємах до-

зволяє досягти зменшення втрат цементного золя в процесі твердіння та його переходу у стан гелю.

Використання як частини заповнювача механоактивованого піску у кількості 40 % дозволило досягти зростання міцності у бетонних зразків близька 2 разів.

Комплексний підхід у виборі раціонального складу вихідних компонентів дозволить посилити синергетичний ефект від використання результатів процесів механоактивації будівельних сумішей.

Надійшла до редколегії 11.09.08

666.3.016 : 666.714

В.В. КОЛЕДА, канд. техн. наук, **Є.В. АЛЕКСЄЄВ**,
О.В. ЗАЙЧУК, канд. техн. наук,
ГВУЗ “УГХТУ”, г. Днепропетровск, Украина

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АНГОВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ КЛИНКЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Представлены результаты исследований сырьевых материалов Украины с целью разработки на их основе составов масс для изготовления ангобных покрытий на клинкерных изделиях. Полученные в результате работы керамические массы после традиционных технологических операций подготовки, нанесения и обжига при температуре 1200 °С обеспечивают высокие показатели эксплуатационных свойств – водопоглощение менее 4 %.

In this article are results of investigations the clay raw materials Ukraine to elaborate ceramic masses for angebing production. The choice of rational compositions masses was carried out. The materials obtained after forming and sintering by temperature 1200 °С has the wateruptake to 4 %.

Ангоб (фр. engobe) – глиняное покрытие на керамическом изделии, изменяющее (маскирующее) грубую текстуру керамики или ее цвет. Ангобирование в качестве декоративного покрытия применяется при изготовлении лицевого кирпича, а в качестве подглазурного слоя, маскирующего цвет керамического черепка – при изготовлении изделий художественной и бытовой