

УДК 666.97; 543

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАЛОКЛІНКЕРНОЇ КАРБОНАТНОЇ ДОБАВКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗОЛОШЛАМОВОГО В'ЯЖУЧОГО

В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький, А. Ф. Діденко

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість отримання золошламового в'язучого із вмістом малоклінкерної карбонатної добавки, встановлено, що введення карбонатної добавки в межах 50 % значно підвищує міцність, встановлені фізико-механічні властивості малоклінкерного в'язучого на основі відходів різання вапняку, золи-виносу, червоного шламу та портландцементу.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения золошламового вяжущего с содержанием малоклинкерной карбонатной добавки, установлено, что введение карбонатной добавки в пределах 50 % значительно повышает прочность, установлены физико-механические свойства малоклинкерных вяжущего на основе отходов резки известняка, золы-выноса, красного шлама и портландцемента.

The possibility of obtaining ash slag binding material with little clinker carbon add-mixture have been theoretically grounded and experimentally proved. It has been estimated that introduction of carbon add-mixture in range of 50 % increases strength significantly. The physical and mechanical properties of little clinker binding material on the basis of lime cutting waste material, fly-ash, red slag and Portland cement have been estimated.

Вступ

Однією з найбільш енергоємних галузей будівництва є виробництво в'язучих, зокрема виробництво портландцементу. У зв'язку з цим доцільне виробництво композитних в'язучих на основі відходів промисловості, що вирішує як питання утилізації відходів, так і зменшує енергетичні затрати. Досить енергоємним є також виробництво стінових матеріалів, у зв'язку з чим можливе виробництво стінових матеріалів на основі композитних в'язучих та відходів промисловості.

Із збільшенням значної частки індивідуального будівництва зростає необхідність у дешевих низькомарочних в'язучих. Зниження собівартості будівельних матеріалів та виробів можливе за рахунок використання безклінкерних або малоклінкерних в'язучих на основі відходів і побічних продуктів промисловості. На виробництво будівельних матеріалів з використанням техногенної сировини витрачається в 3-4 рази менше електроенергії, а собівартість таких матеріалів і виробів у 5-6 разів менша від традиційних. Особливої уваги для будівельної індустрії заслужують відходи паливно-енергетичної промисловості, такі як шлаки і золи.

В попередніх роботах нами було досліджено властивості золошламового в'язучого, проте при дослідженні застосування даного в'язучого виявлено що найкращі результати показують дрібнозернисті бетони на карбонатних заповнювачах. Це пояснюється тим що вапняк не є інертним наповнювачем, а в процесі гидратації реагує з трикальцієвим алюмінатом з утворенням карбоалюмінатів кальцію. При цьому має місце утворення як висококарбонатної форми карбоалюміната $C_3A \cdot 3CaCO_3 \cdot 32H_2O$, так і низькокарбонатної $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$. Ці різновиди наближаються за фізичними властивостями відповідно до високосульфатної форми (етрингіт) і моноссульфатної форми сульфоалюмінатів кальцію.

Проведені дослідження виконувались до держбюджетної теми Міністерства освіти і науки України № 69-Д-325 «Технологія виробництва конструктивно-теплоізоляційних ніздрюватих бетонів з використанням техногенних відходів».

Оскільки карбонатна складова бере активну участь у хімічних реакціях які проходять у в'язучому, то доцільно дослідити шляхом проведення експериментальних досліджень складів з рівним вмістом компонентів золошламового в'язучого зі зміною лише вмісту карбонатної складової, таким чином встановити її оптимальний вміст у в'язучому.

Вплив карбонатної складової на властивості золошламового в'язучого

Були проведені дослідження властивостей малоклінкерного в'язучого на основі карбонатних відходів різання вапняку, золи-винос, червоного шламу та портландцементу. При проведенні дослідження співвідношення золи-винос до червоного шламу ($ZB/ЧШ=11/9=const$), вміст портландцементу (10 %) та водотвердне відношення ($B/T=0,2$) та умови тверднення не змінювались. Для дослідження було виготовлено 10 серій зразків-балочок розмірами $40 \times 40 \times 160$ мм.

Таблиця 1

Склад в'язучих сумішей

Номер суміші	Зола-винос (%)	Червоний шлам (%)	Карбонатні відходи (%)	Портландцемент (%)
1	49,5	40,5	0	10
2	44	36	10	10
3	38,5	31,5	20	10
4	33	27	30	10
5	27,5	22,5	40	10
6	22	18	50	10
7	16,5	13,5	60	10
8	11	9	70	10
9	5,5	4,5	80	10
10	0	0	90	10

Слід відзначити, що першою сумішню з золошламове в'язуче досліджене раніше.

Для отримання попередніх результатів дослідження суміш, у відповідному співвідношенні золи-винос, червоного шламу, карбонатних відходів та портландцементу перемішували у змішувачі протягом 5 хв. Потім добавляли воду та формували зразки-балочки розміром $4 \times 4 \times 16$ см. Відформовані зразки витримувались 12-16 годин при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$, після чого пропарювались при температурі $80-85^\circ\text{C}$ за режимом 4+2+4. Отримані результати дослідження міцності зразків на стиск наведені на (рис. 1).

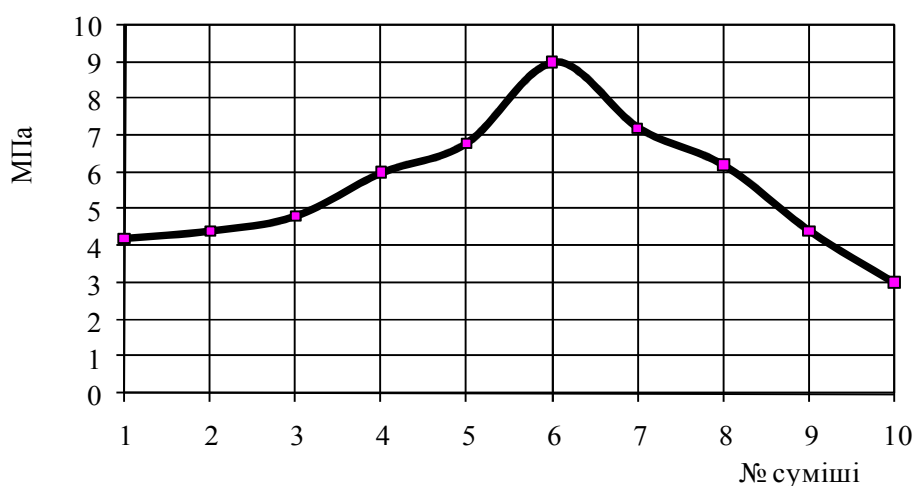


Рис. 1. Міцність зразків на стиск після пропарювання

При пропарюванні максимальна міцність на стиск була у 6-тій серії зразків з співвідношенням: 22 % золи-винос, 18 % червоного шламу; 50 % карбонатних відходів та 10 % портландцементу.

Перша серія показала міцність на стиск 4,2 МПа з введенням в суміші карбонатної складової міцність почала зростати, і було досягнуто до 6 МПа у 5-тій серії після чого зі збільшенням кількості карбонатної складової у суміші міцність почала зменшуватись (рис. 2).

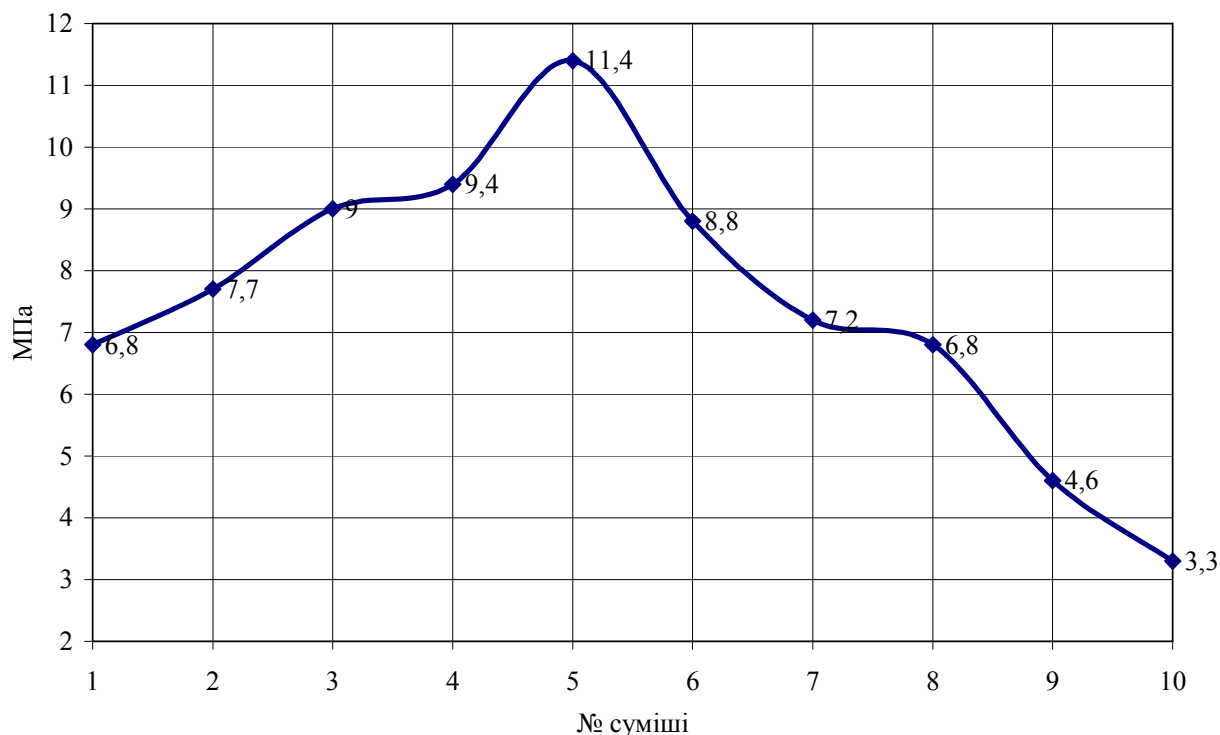


Рис. 2. Ріст міцності зразків на стиск

З введенням у суміш карбонатної складової видно ріст міцності на стиск у віці 7-ми діб, проте слід відзначити незначний ріст міцності зразка на згин, що пояснюється типом кристалічної будови. Вочевидь кристали на початку тужавлення мають сконцентровану форму. З часом вони виростають і набувають продовгуватої форми. На рис. 3 подано діаграму росту міцності зразка в залежності від віку на згин.

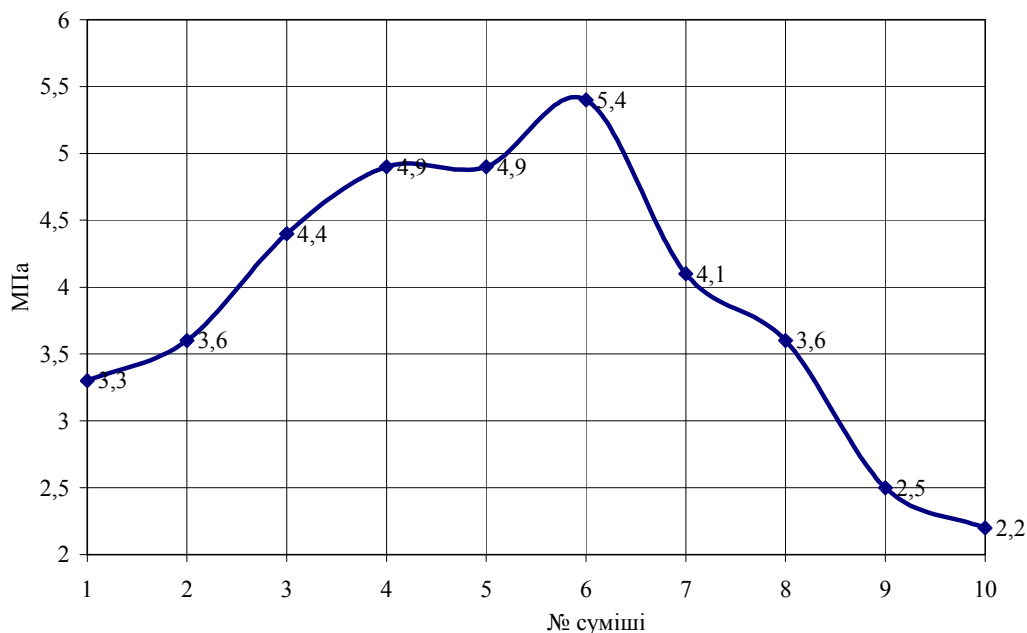


Рис. 3. Ріст міцності зразків на згин

При кількості карбонатної складової 20 % спостерігається значний ріст міцності на стиск, це пояснюється тим, що карбонатна складова реагує з трикальцієвим алюмінатом з утворенням карбоалюмінатів кальцію.

Максимального значення на стиск досягнуто в 5-й суміші при співвідношенні: 27,5 % золи-винос, 22,5 % червоного шламу; 40 % карбонатних відходів та 10 % портландцементу.

Потрібно звернути увагу на продовження росту міцності на згин в 6-й суміші в той час як уже міцність на стиск почала зменшуватись, це можна пояснити тим, що при певному перенасиченні карбонатні зерна утворюють продовгуваті кристали, які добре працюють на згин.

Аналізом основних випробувань на міцність було визначено, що найкращими складами для використання є склади 5 та 6 (табл. 2).

Таблиця 2

Границі найкращого складу суміші

№ суміші	Зола-винос (%)	Червоний шлам (%)	Карбонатні відходи (%)	Портландцемент (%)
5	27,5	22,5	40	10
6	22	18	50	10

Після 6-ї суміші і далі спостерігається падіння міцності як на стиск, так і на згин, що пояснюється зменшенням впливу на міцність золо-шламової складової.

Висновки

- Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість отримання малоклінкерного в'язучого на основі відходів промисловості (золи-виносу), металургійної промисловості (бокситового шламу) та видубовної промисловості (відходів каменерізання карбонатних порід).
- Встановлено, що введення карбонатної добавки досить суттєво підвищує міцність в'язучого і максимального значення вона досягає при вмісту карбонатних відходів в межах 50 %.
- Встановлені фізико-механічні властивості розробленого та дослідженого малоклінкерного в'язучого на основі відходів різання вапняку, золи-виносу, червоного шламу та портландцементу.

Список літератури

1. Очеретний В. П. Комплексна активна мінеральна добавка на основі відходів промисловості / Очеретний В. П., Ковальський В. П., Машницький М. П. // Сборник научных трудов по материалам IV международной научно-практической Интернет-конференции „Состояние современной строительной науки – 2006”. – Полтава: Полтавский ЦНТЭИ. – С. 116-120.
2. Очеретний В. П. Мінерально фазовий склад новоутворень золошламового в'язучого / Очеретний В. П., Ковальський В. П., Машницький М. П. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – №3. – 2006. – С. 41-45.
3. Очеретний В. П. Активация цементозольных композиций лужными відходами глиноземного виробництва / Очеретний В. П., Ковальський В. П., Машницький М. П. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – №4. – 2006. – С. 5-19.

Очеретний Володимир Петрович – к.т.н., доцент, декан факультету будівництва та будівельного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., старший викладач кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Машницький Микола Петрович – аспірант Вінницького національного технічного університету.

Діденко Анна Федорівна – студентка Вінницького національного технічного університету.