

$$*(\sigma_0, 28) = \epsilon^b(\sigma_0, 28) \cdot B^0 / \mu (\sigma_0, 28) + \epsilon^s(\sigma_0, 28) \quad (11)$$

і момент внутрішніх сил

$$M^b(\sigma_0, 28) = \text{ша}^b(\sigma_0, 28) \cdot Bx(\sigma_0, 28) / \Gamma^0 - \epsilon x(\sigma_0, 28) + \sigma^s A^3(\sigma_0 - a) \sim$$

$$K_b \{ Bx(\sigma_0, 28) \} \epsilon B_i, u / \epsilon B K^{-1} + \epsilon B_i / \text{в}^b(i-P^*) 11 \quad (12)$$

задовільно збігаються з дослідними даними [3].

Відносна межа тривалого опору бетону стиснутої зони $A^b(285, 28) / N(28)$ при $\sigma = 1,16 \dots 3,9$ % відповідно дорівнює $0,89 \dots 0,91$. Очевидно балкам під дією тривалого навантаження відповідають збільшені кривизни ($1/\Gamma = 40 \times 60 \times \dots \times 10^{-5} \text{ см}^{-1}$) з меншими на $12 \dots 20$ % значеннями розрахункових моментів порівняно з короткочасно навантаженими балками.

Висновки

1. Одержана розрахункова модель залізобетонних згинних елементів, що описує їх напружено-деформований стан з урахуванням режиму зведення шляхом зміни швидкості деформування бетону стиснутої зони. Розрахункова модель включає:

- 1) початкові передумови;
- 2) діаграми деформування бетону та арматури;
- 3) розрахункову схему напружено-деформованого стану;
- 4) рівняння рівноваги.

2. Розроблена розрахункова модель у сукупності з запропонованим алгоритмом розрахунку напружено-деформованого стану згинних елементів дозволяє створити програмне забезпечення, яке зможе автоматизувати процеси проектування і підвищити якість будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карпенко Н. И., Прокопович й. Е., Мухамедиев Т. А., Петров А. К, Яременко А. Ф. Учет деформаций и ползучести и длительного сопротивления бетона в методика диаграмм-изохрон // Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций. — М.: НИИЖБ, 1987. — С. 66—81.
2. Кодекс-образец ЕКБ-ФИП для норм по железобетонным конструкциям. Том II / Под редакцией А. А. Гвоздева, С. М. Крытова, Ю. П. Гуши и др.: Пер с франц. — М.; НИЮКЕ, 1984, -- 285 с.
3. Узун И. А. Расчет напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов при кратковременном и длительном действии нагрузки // Изв. вузов. Строительство. — 1993, — № 1, ~ С. 3—8.

Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій

УДК 691.54:666.945

АКТИВАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ ЦЕМЕНШОФОСФОГІПСОЗОЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ

Докт. техн. наук, проф. Сердюк В. Р., асп. Амер Номан

Для збільшення обсягів будівельних робіт необхідна велика кількість такого енергоємного мінерального в'язучого як цемент. Одним з практичних шляхів оновлення бази будівельної індустрії з мінімальними витратами є організація виробництва будівельних матеріалів з максимальним використанням техногенної сировини і впровадження ефективних технологій активації компонентів цементних композицій.

Питанням раціонального використання і економії цементу завжди приділялась велика увага. Ще в 30-і роки було доведено, що із заміною піском 30 % цементу і наступному помолі в млинах за рахунок домолу клінкерної складової (активації) підвищується рівень міцності вихідного цементу [1]. Пізніше розроблялись спеціальні вібрмлини для домелювання цементу до питомої поверхні $5000 - 7000 \text{ см}^2/\text{г}$. При цьому марка збільшувалась

на 2 ступені (з 400 до 600), що дозволяло економити в'язучі до 50...80 кг на 1 м³ бетону, але продуктивність млинів була не велика, домелений цемент швидко втрачав активність.

Запропонований мокрий спосіб домелювання цементу в шарових млинах [2] так як і сухий спосіб вібродомелювання, забезпечує економію до 20 % цементу (або підвищує міцність бетону). Проте внаслідок недосконалості першого і складності другого ці способі не знайшли практичного використання.

Особливе місце з 90-і роки займає технологія роздільного приготування бетону, коли спочатку передбачається попередня активація цементу, молотого піску з добавками і водою в швидкісних змішувачах, після чого в змішувач одночасно подаються наповнювачі [3]. Пізніше іншими дослідженнями [4] показано, що роздільне бетонування і активація цементу молотим піском не забезпечують заміни 50 % цементу і, в цілому, ефективність такої технології значно перебільшена. Монтаж додаткових бункерів, млинів, дозаторів, змішувачів вимагає значних капіталовкладень. Крім того, пісок важко розмелюється, є інертним матеріалом, продуктивність заводів зменшується — все це стало перешкодою для впровадження роздільної технології бетонування.

З усією очевидністю чисельні дослідження і виробничий досвід свідчать, що краще використовувати природні добавки і золи, які не вимагають помолу, або ті, які легко розмелюються і мають гідравлічну активність. Хімічні добавки повинні знайти широке впровадження в технології цементних композицій, адже в розвинених країнах 80—90 % цементних матеріалів передбачають використання хімічних добавок.

Метою наших досліджень став пошук менш затратних способів активації компонентів цементних композицій. Основна увага була зосереджена на підвищенні ефективності використання в складі цементних матеріалів золи-виносу В до кризовий період розвитку економіки країни золошлакові відходи використовувались в У країні лише на 10—15 %, тоді як в розвинених країнах в 5—6 разів більше,

Зола-вчнос зиксрпеїовгетсьея у виробчипты поменгу, нїздрюватих бетонів, пористих лицевїї)зч;іф>, будівельної :'ера.*іки та іншїрх лье:Лалів. Віткористання зол як активної л.ч-рильл-' > добавки з\мовлено 'х здаі'чп'о р'а'і модїяги б СаСОНЬ і створювати водо-гї'і*7л пАд)ос'діка'н] Н'дроалюОхИ* ги катї»лію. ? іншого беку, наявність на поверхні частин.ок золм-рию^у скло'їодЛі^х гідів'ж т;ої;рагдуї гідаспїчїеть сумїшей, а частинки золи и^очую'ь фуяїсцїї дс:6н\л5^ еь<'-'к': к\^ТІ-'^, ТІГ^ покраїцус макроструктуру (рис. 1) Т^мл^зкційних ^гаГер :14^в. Тому дїд, час вдгої^в;-сі^;ь: Іоїоя-в найпоширенїшим прийомом є введення 10—15 % золи від маси цементу.

Кислі залишки хімічних виробництв, як правило мають малі концентрації і додаткові домішки можуть бути використані для руйнування склоподібних плівок (хімічної активації золи-виносу).



Рис. 1. Частинки золи-виносу (збільшення у 1000 разів)

Як хімічний реагент в процесі активації золи-виносу, нами запропоновано використовувати не тільки розчини кислот, а і багатотонажні відходи — фосфогіпси, які містять у

собі 3,5 — 7 % кислот. Крім ефекту хімічної активації золи сам фосфогідрат в оптимальних дозуваннях може служити наповнювачем будівельних композиційних матеріалів.

Для реалізації робочої гіпотези щодо підвищення ефективності гідравлічного потенціалу золи-виносу під час розробки ефективних цементно-зольних композиційних матеріалів з використанням ідеї роздільного бетонування нами було прийнято декілька наукових передумов:

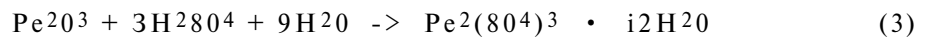
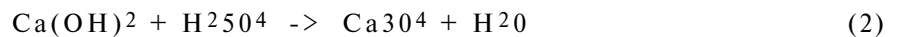
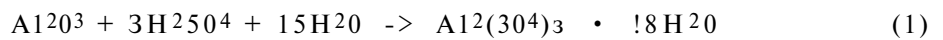
1. Гідравлічна активність золи-виносу може бути суттєво збільшена за рахунок руйнування склоподібних покриттів на її поверхні.

2. Руйнування поверхневих плівок на золі-виносі може бути здійснено кислотними домішками, які містяться в кислих відходах або в фосфогіпсах.

3. Глибша нейтралізація залишків кислот в складі фосфозольних композицій може бути досягнена введенням до їх складу добавки опоковидного мергелю.

4. Добавка опоковидного мергелю, як активна мінеральна добавка, забезпечує зв'язуванням вільного вапна в складі композиції, виключаючи створення еtringіта, а його карбонатна складова нейтралізує залишки кислот, при цьому не витрачається мінеральне в'язуче.

В поверхневому шарі частинок золи-виносу, виходячи з її хімічного складу, під час взаємодії з кислотою можливе проходження таких хімічних реакцій:



Поверхневий шар стає розрихленим і зола-винос втрачає пластифікувальні властивості, що підтверджується проведеними дослідженнями. На рис. 2 показана залежність розпливності золю-водних суспензій (по Суттарду) в залежності від концентрації кислот. Поверхня покриття золю-виносу Ладижинської ТЕС. Всі суміші попередньо витримувалися протягом 45 хвилин, після чого проводились дослідження.

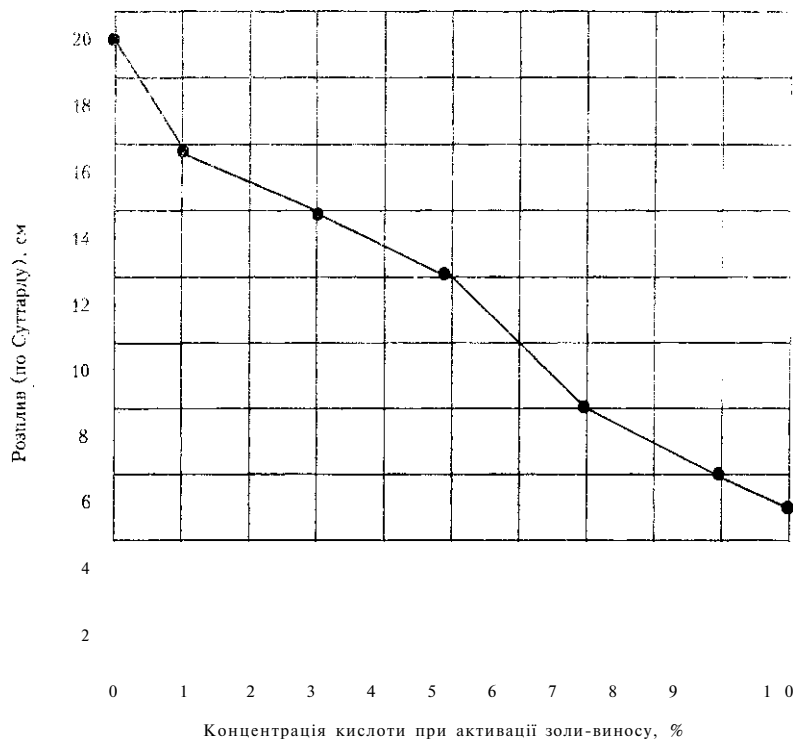


Рис. 2. Вплив концентрації кислоти за умови хімічної активації золи-виносу на рухомість сумішей (по Суттарду)

Як видно з рис. 2, зі збільшенням концентрації водного розчину кислоти гладка поверхня частинок золи-виносу більше руйнується, в результаті чого рухомість суміші зменшується з 19 см контрольного зразка до 5 см (відсутність розпливу), і підвищується в'язкість композиції в результаті вказаних вище хімічних процесів під час взаємодії кислоти з золю-виносом (1; 2; 3).

Цементнопіщані суміші з добавкою 15 % золи-виносу, обробленої 1 % розчином H_2SO_4 за інших стабільних умов мали міцність при стиску на 10 % більшу ніж контрольні зразки, зі збільшенням концентрації розчину до 5 % — міцність зразків на стиск і згин збільшувалась відповідно на 20 і 30 % [5].

В залежності від хімічного складу золи-виносу її можна розглядати, як низькосортний доменний шлак, частинки якого покриті скловидною плівкою, яка має бути зруйнована. Після цього золу-винос можна розглядати як компонент в'язучого, який можна активувати вапном, цементом чи лужними добавками. Хімічна активація золи-виносу являється значно ефективнішою в порівнянні з матеріало- і енергоємними процесами її помолу в шарових або інших млинах.

Для детальної перевірки робочої гіпотези щодо підвищення ефективності гідравлічного потенціалу золи-виносу її обробляли водними розчинами H_2SO_4 таких концентрацій: 0; 2; 4; 6; 8 і 10 %. Після витримування протягом 8 годин з золи-виносу вимивалися залишки кислот і в подальшому з урахуванням вологості вона вводилась як добавка в цементно-піщані суміші в кількості 30 % від маси цементу. Після пропарювання стандартні зразки мали підвищені міцнісні показники (рис. 3).

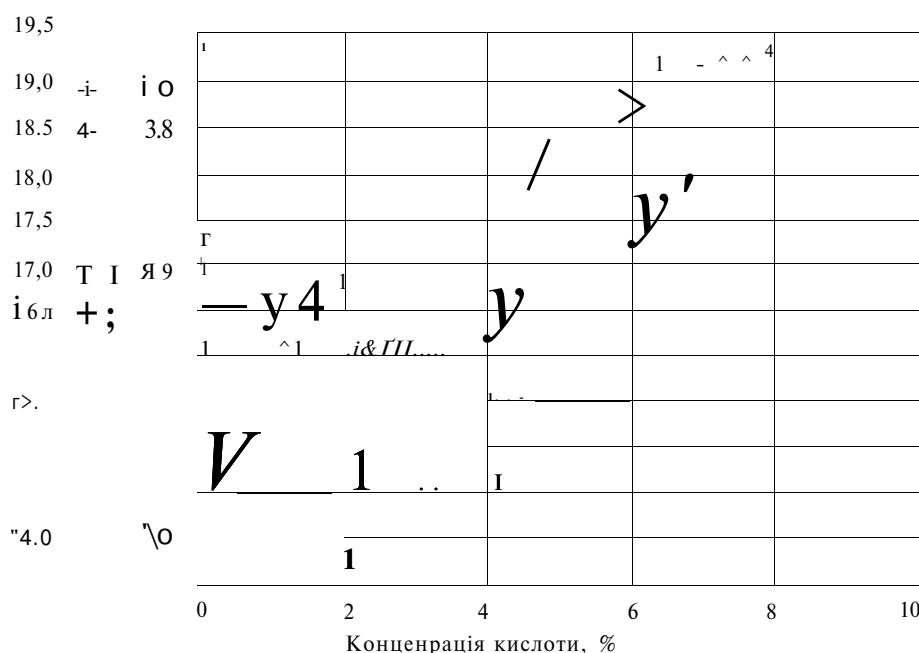


Рис. 3. Вплив концентрації кислоти при активації 30 % добавки золи-виносу на міцність цементно-піщаних зразків. 1 — міцність при стиску, МПа; 2 — міцність при згинанні, МПа

Для оптимізації технології хімічної активації золи-виносу і впливу тривалості активації на властивості композиційного матеріалу було виготовлено три серії зразків (а, б, в) однакового складу.

Після хімічної активації золи-виносу в суміш вводилась добавка опоковидного мергелю. Після додаткового її перемішування вводилась вода і портландцемент із розрахунку 154 кг на 1 м^3 суміші. Зразки формувались розміром (4x4x16) см, витримувались 12 — 16 годин при 20 °С після чого пропарювались при температурі 80 — 85 °С по режиму 4 + 8 + 4. Результати випробовування зразків показані на рис. 4.

З метою суміщення технологічних етапів, які забезпечують хімічну і механічну активацію золи, нами розроблений трисекційний прохідний змішувач, з регулюванням кута його нахилу. Під час обертання барабана змішувача фосфозольна суміш з добавкою води, пересипаючись, і переливаючись проникає із секції в секцію через отвори в роздільних перегородках. Одночасно йде процес часткового перетирання великих псевдочастинок фосфогіпсу і золи. Для покращення перемішування в кожній секції передбачені лопасті підйому і повернення матеріалу в першу секцію змішувача. Основні характеристики змішувача: потужність електродвигуна — 22 кВт; маса — 14 т; довжина — 5,4 м; діаметр — 1,2 м; редуктор РЦД — 500; кількість обертів — 18 — 22 за хвилину; кут нахилу — 0 — 8°.

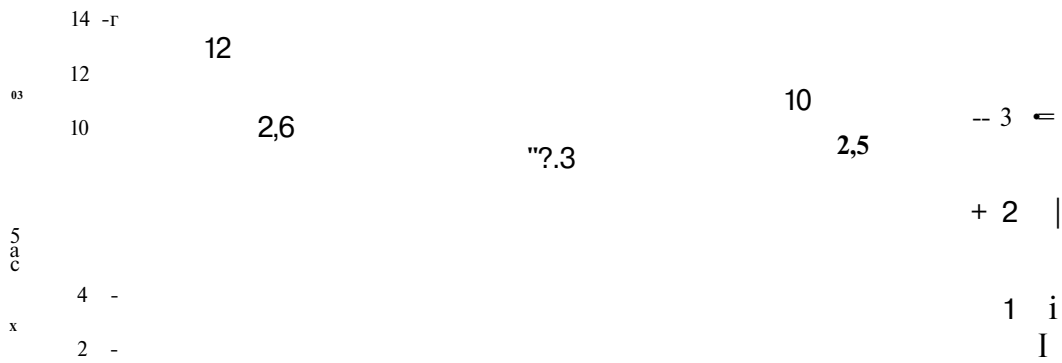


Рис. 4. Вплив тривалості активації золи-виносу кислотами, що містяться у фосфодигідраті. а) — витримування суміші протягом 24 годин з черговим перемішуванням через 1,5 годин; б) — витримування суміші протягом 48 годин без перемішування; в) — витримування суміші протягом 72 годин без перемішування

Вивчення механізмів контактних взаємодій в наповнених композиційних матеріалах шляхом активації наповнювачів свідчить про збільшення адгезії до мінерального в'язучого і підвищення структуроутворювальної ролі самого наповнювача. Крім того, продукти хімічних реакцій (1–3), і особливо гідроксильні іони, які гідратують скло з утворенням гелеподібних гідратів кремнезему і глинозему впливають в цілому на процеси гідратаційного твердіння композиційного матеріалу. В результаті руйнування склоподібних плівок на поверхні золи-виносу забезпечуються кращі умови вилуджування гідрату глинозему і створення високо- і низькоосновних гідросилікатів кальцію і гідрогранатів, що і забезпечує приріст міцності матеріалу.

Висновки

1. Проведені дослідження свідчать про ефективність хімічної активації золи-виносу і використання основних елементів роздільного бетонування в процесі виготовлення мало-клинкерних стінових матеріалів.

2. Інтенсифікація взаємодії кислот і золи-виносу забезпечується наявністю рідинної фази, підвищеною температурою, механічним перемішуванням, в процесі якого важливу роль також відіграє тривалість технологічних етапів виготовлення матеріалу.

3. Впровадження роздільної поетапної технології виробництва фосфогіпсозольних матеріалів з попередньою активацією золи-виносу з подальшим використанням добавки опоковидного мергелю і цементу забезпечує отримання композиційного матеріалу з такими властивостями: $K_{сх} > 10$ МПа, коефіцієнт розмягшення $> 0,75$, щільність $1,5 < \rho < 1,7$ г/см³.

4. Фосфогіпсозольні композиційні матеріали придатні для використання в малоповерховому домобудуванні. Вони на 80–90 % складаються з відходів виробництва та мають доступні ціни. При цьому використання запропонованої технології паралельно вирішує екологічні проблеми щодо збереження довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александрин й. П. Строительный контроль качества бетона. — Л.: Строиздат, 1955. — С. 193- -199.
2. Шестоперов С. В. Долговечность бетона. Л.: Автотрансиздат, 1955. — С. 408—464.
3. Соломатов В. И., Глаголева Л. М., Кабанов В. Н, и др. Высокопрочный бетон с активированным минеральным наполнителем // Бетон и железобетон. — 1986.— № 12. — С. 10—11.
4. Сизов В. П. О активации цемента с наполнителями при раздельной технологии приготовления бетона // Бетон и железобетон. — 1988. — № 6. — С. 26—27.
5. Сердюк В. Р., Борецький О. И., Амер Номан. Хімічна активація золивиносу для цементно-зольних композицій // Вісник ВШ. — 1997. — № 1. — С. 23—25.

Кафедра менеджменту та охорони праці в будівництві