

## **ВПЛИВ ЗОЛИ НА БУДІВЕЛЬНО-ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ**

Автори – Івановська Юлія, студ. гр. ТБК-18мн,

Грачова Дар'я, студ. гр. ТБК-18мн

Науковий керівник – к. т. н., доц. каф. технологій будівельних конструкцій,  
виробів і матеріалів Савін Ю. Л.

*ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

Зола-винесення (надалі зола) – тонкодисперсний продукт низькотемпературної обробки мінеральної частини вугілля. Вона утворюється при їх спалюванні в пилоподібному стані в топках котлів і осідає уловлюючими пристроями з димових труб. Найбільш ефективними золоуловлювачами є електротрофільтри, коефіцієнт корисної дії яких складає 95...97 %. Як активна мінеральна добавка або наповнювач кращими є золи, які вловлені та транспортуються в сухому вигляді. Основним компонентом золи (65 %) є склоподібна алюмосилікатна фаза у вигляді частинок кулястої форми розміром 100 мкм [1].

Певною гідралічною активністю в золах, поряд зі склоподібною фазою, володіє дегідратована та аморфізована глиниста речовина. Активність залежить від мінералогічного складу глин, що входять в мінеральну частину палива. Із підвищенням в золі змісту аморфізованої глинистої речовини збільшується її водопоглинання [4]. У тих випадках, коли мінеральна частина палива має значний вміст карбонатів, в золі утворюються низькоосновні силікати, алюмінати і ферити кальцію, здатні взаємодіяти з водою. Важливими показниками якості золи є дисперсність і гранулометричний склад. Численні дослідження показують, що прямої залежності між цими двома показниками немає.

Різні фракції золи мають різну справжню і середню щільність. Пояснюється це відмінностями хіміко-мінералогічного складу і форми частинок. Щільність золи зменшується зі збільшенням вмісту коксових часток. Кількість негорючих частинок зростає в міру збільшення крупності зерен.

Для характеристики зол як активних мінеральних добавок суттєвою є їх гідралічна активність. Традиційними методами вона визначається за поглинанням вапна з вапняного розчину і здатністю зол проявляти в'язучі властивості під час взаємодії з гідратним вапном.

Введення в бетонну суміші золи, на відміну від інших активних мінеральних добавок, як правило, не погіршує, а покращує легкоукладальність [1]. На пластифікуючий ефект золи впливає форма, стан поверхні частинок, їх дисперсність. Легкоукладальність бетонної суміші поліпшується під час введення золи за рахунок скляної поверхні доданків її частинок, які зменшують внутрішню тертя в бетонній суміші та знижують в'язкість.

Введення золи сприяє зниженню водовідділення бетонної суміші. Пластифікуюча і водоутримуюча здатності золи обумовлюють перспективність її застосування в легких бетонах.

Бетонні суміші з оптимальною добавкою золи мають досить високу життєздатність і придатні для транспортування на далекі відстані [10]. Разом з тим є твердження [6], що підвищений вміст золи сприяє прискоренню термінів схоплення.

Вплив золи на міцність бетону залежить від її властивостей і дисперсності, змісту і хіміко-мінерологічного складу цементу, віку і умов обробки бетону. Значний ефект від підвищення дисперсності спостерігається після обробки їх бетону, який до 28-добового віку послаблюється.

Характерно, що вплив дисперсності золи на міцність бетону проявляється помітно сильніше, ніж цементу. Це обумовлено помітним пластифікуючим ефектом тонких фракцій золи на бетонні суміші, незважаючи на збільшення нормальної густини золівмістних цементів.

При значеннях водоцементного відношення, прийнятих для випробування цементів, не виявлено досить вираженою залежності між дисперсністю зол і міцністю розчину [2]. Цей ефект дозволив зробити висновок, що тонкість помолу золи повинна бути достатньою для руйнування або «обдирання» склоподібної оболонки на поверхні часток [9].

Для досягнення високої міцності золівмістних бетонів певне значення має хіміко-мінералогічний склад клінкеру. У ранньому віці зростання міцності бетону сприяє підвищений вміст в клінкері лугів, що прискорюють хімічну взаємодію золи й цементу [3]. У більш пізньому віці для прояву пуццоланової реакції золи кращіми є цементі і підвищеним вмістом аліта, які при гідролізі утворюють значну кількість  $\text{Ca}(\text{OH})$ . Сприятливим є додавання золи до бетонів на портландцементях з високим вмістом мінералів-силікатів [2].

Для пропарених золівмістних бетонів є важливим вибір оптимальних режимів обробки їх, який повинен проводитися з урахуванням особливостей золи і застосовуваного цементу. У загальному випадку під час використання змішаних в'язучих, що містять золу або шлак, переважними вважаються високотемпературні режими пропарювання.

Найбільш сприятливо впливає на міцність бетону добавка золи за відносно невеликої витрати в'язучого. Це обумовлено помітним зниженням водопотреби «тощих» бетонних сумішей при заміні частинок цементу золою.

Більшість дослідників відзначають позитивний вплив підвищення дисперсності золи на міцність бетону. Встановлено, що активність зол істотно підвищується при доведенні розмірів її частинок до 5...30 мкм [7; 8]. Добуток питомої поверхні золи на утримання в ній склоподібної фази близький до коефіцієнта  $K$  у формулі Фере, з яким прямо пропорційно пов'язана міцність бетону.

Значний ефект від підвищення дисперсності спостерігається після обробки їх бетону, який до 28-добового віку послаблюється [4].

Зниження витрати цементу під час введення в бетонну суміш золи призводить до зменшення тепловиділення бетону та його розігріву в початковий період. Детальні дослідження застосування зольних цементів в гідротехнічних бетонах показали, що тепловиділення в бетоні на цементях з 25 % золи Іркутської і Красноярської ТЕЦ виявилось на 15...25 % нижче тепловиділення бетону на цементі без добавок [6].

Аналіз показав, що введення до складу цементів або безпосередньо в бетонні суміші значної кількості мінеральних добавок для зменшення тепловиділення є виправданим лише в тих випадках, коли вони не викликають підвищення водопотреби. До таких добавок, поряд з доменним шлаком, відноситься зола.

Зола, як і інші активні мінеральні добавки, за умов помірного вмісту в бетонній суміші підвищує водонепроникність бетону, коефіцієнт водонепроникності бетону в віці 6 місяців, у якого 30 % цементу замінено золою, дорівнює  $1/5$ , а при заміщенні 50 % цементу – зменшується до  $1/2$  [3].

### Список використаних джерел

1. Елінзон М. П., Васильків С. Г. Паливовміщуючі відходи промисловості у виробництві будівельних матеріалів. Москва : Стройиздат, 1980. 234 с.

2. Дворкін Л. І., Пресман І. Г. Використання золи-винесення ТЕС для приготування бетонів і розчинів при будівництві АЕС. Москва : Інформенерго, 1987. 52 с.
3. Кокубу І. М., Ямада Д. Цементи з добавкою золи. *Шостий міжнародний конгрес з хімії цементу*. Москва : Стройиздат, 1976. Т. 3. С. 83–94.
4. Сергєєв А. М. Використання в будівництві відходів енергетичної промисленості. Київ : Будвельник, 1984. 120 с.
5. Сміт А. Е. Сучасний підхід до застосування золи-винесення в бетоні. Технологія товарної бетонної суміші. Москва : Стройиздат, 1981. С. 18–24.
6. Стольників В. В. Використання золи-винесення від спалювання пилоподібного палива на теплових електростанціях. Ленінград : Енергія, 1989. 50 с.
7. Ковач Р. Процеси гідратації і довговічності зольних цементу. *Шостий Міжнародний конгрес з хімії цементу*. Москва : Стройиздат, 1976. Т. 3. С. 91–102.
8. Кокубу І. М. Зола і зольні цементи. П'ятий міжнародний конгрес з хімії цементу. Москва : Стройиздат, 1973. С. 405–416.
9. Виноградов Б. Н. Вплив наповнювачів на властивості бетону. Москва : Стройиздат, 1979. 224 с.
10. Іванов І. А. Легкі бетони на основі зол електростанцій. Москва : Стройиздат, 1986. 136 с.