

УДК 666.97:620.169

Л.М. КОВЕРНІЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., О.П. ХІЛЬЧЕНКО, ст. викл.,
Криворізький національний університет

ШТУЧНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Мета. Метою роботи є дослідження типів в'язучих речовин, що визначають особливості мікроструктури, пов'язані з переважанням певних кристалічних форм новоутворень. Наприклад, при взаємодії напівводного гіпсу з водою утворюються голчасті кристали дигідрогенного гіпсу, тісно переплетені один з одним, і з віком затвердіння гіпсового каменю збільшується в їх розмірах.

Методи. При зміцненні портландцементу тісто новоутворення виникають в різних кристалічних формах, що багато в чому залежить від температури середовища і концентрації гідрату оксиду кальцію в рідкій фазі. Найбільш характерним є утворення перенасичених розчинів і гелоїдних мас. На основі одного і того ж в'язучого, наприклад, портландцементу, вироби можуть бути виготовлені з різними наповнювачами - щільним щебенем і піском у важкому цементному бетоні, пористому гравію і піску в легкому цементному бетоні, азбесту в азбестоцементних виробках, дробленого дерева і арболіт, деревна вовна у фіброліті, гранульований полістирол у пористому бетоні, кварцовий пісок у будівельних розчинах та ін.

Наукова новизна. Характер пористості є найважливішою специфічною особливістю. Виключити з обсягу пори і капіляри практично не представляється можливим. Пористість будівельних матеріалів коливається в дуже широких межах: від 0 (скло) до 95% і вище (плити з мінеральної вати і ін.). У виробках пори, а також інші види нещільності (мікро-і макротрещіни, раковини і каверни, порожнини і порожнечі) зосереджені в в'язучій частині, що заповнює частини і в контактній зоні, тобто по поверхнях розділу цих двох структурних компонентів.

Практична значимість. При використанні неорганічних в'язучих речовин, що заповнені водою або водними розчинами деяких солей, мікро і макропор в'язучої частини пов'язані з процесами на стадіях твердіння і зміцнення. В цей досить невизначений за часом період з'являються, по-перше, пори гелю, що виникли як проміжки між його частинками за рахунок синерезиса і випаровування води, яка адсорбційно зв'язана з його мицеллами, а за характером вони в основному замкнуті.

Результати. Застосування полімерних матеріалів як сполучний компонент в суміші з мікронаповнювачами також призводить до деякої пористості в'язучої частини. Пори виникають в результаті випаровування продуктів конденсації, якщо використовуються термоактивні олігомери і полімери в ході контракції. За розміром вони відносяться до мікропор і так само, як і при інших в'язучих, кількість їх і розмір змінюються в наступний період формування структури. У випалювальних в'язуча частина має пори капілярні і замкнуті за рахунок часткового виходу газоподібних продуктів розкладання і термальних реакцій.

Таким чином, крім згаданих пор, в'язучі частини можуть мати відносно великі сферичні пори розміром від 50-100 мкм до 2-5 мм, які утворюються в різних кількостях в залежності від того, чи вони мимоволі або довільно формуються. Якщо вони виникають внаслідок спонтанного залучення повітря у виробництво суміші компонентів, то їх кількість зазвичай невелика (2-5%), але якщо вони виникають під впливом спеціального повітряного або порового формування, під час випалювання, і інші добавки.

Ключові слова: будівельні матеріали, структура, пори, пустоти.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-111-114

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Структура складається з в'язучої речовини, заповнюючого матеріалу і капілярно-порової частини. Ці особливості полягають у різновиду в'язучої речовини яка використовується для матеріалу, а також в конкретних кількісних співвідношеннях в'язучої і заповнюючої частин; в характері контактування цих частин між собою по поверхнях їх розділу. До особливостей, крім того, відноситься ряд фізичних ознак, матеріали розрізняються між собою, - текстурою, кольором, вагою, здатністю структури протистояти впливу теплових і механічних факторів, наприклад стирання, ударним і статичних навантажень, високих і низьких температур[1-8].

Аналіз досліджень і публікацій. На сьогодні опублікована велика кількість науково-технічного матеріалу присвяченого структурі, різновиду в'язучої речовини яка використовується для матеріалу.

Постановка задачі. Метою являється дослідження штучних будівельних матеріалів які зумовлюють особливості мікроструктури, що пов'язані з переважанням певних кристалічних форм новоутворень. Так, наприклад, при взаємодії напівводного гіпсу з водою утворюються голчасті кристали двуводного гіпсу, тісно переплітаються між собою і з віком твердіння гіпсового каменю збільшуються в своїх розмірах.

Викладення матеріалу та результати. При затвердінні портландцементного тіста виникають новоутворення в різних кристалічних формах, що в значній мірі залежить від температури

середовища і концентрації гідрату окису кальцію в рідкій фазі. Найбільш характерним є утворення пересичених розчинів і гелювидних мас. У них виникають центри кристалізації, які обумовлюють формування субмікрокристалічних частинок гідросилікатів кальцію, утворюються відносно великі кристали гідрату окису кальцію, гексагональних пластинок гідроалюмінатів кальцію, кристалізуються зазвичай навколо зерен C_3A , виділяються інші форми новоутворень. При твердінні каустичного магнезиту виростають кристали оксихлорида магнію в аморфній масі гідрату окису магнію [9-25].

На основі одного і того ж в'язучого, наприклад портландцементу, виробу можуть виготовлятися з різними наповнювачами - щільним щебенем і піском в важких цементних бетонах, пористим щебенем і піском в легких цементних бетонах, азбестом в азбестоцементних виробках, дробленки деревини і арболіта, деревної шерсті в фіброліті, гранульованим полістиролом в поризованих бетонах, кварцовим піском в будівельних розчинах і т.п. По виду цих заповнюючих матеріалів складається перше враження про характер виробів, очікувані показники його фізичних, механічних і технологічних властивостей, експлуатаційних якостей і довговічності.

При затвердінні керамічного розчину виділяються кристали муллита, зцементованого склом легкоплавких евтектик. Аналогічним чином виникають мікроструктури інших затверділих в'язучих речовин, що вивчаються за допомогою мікроскопічних досліджень у відбитому світлі, комплексу оптичних характеристик-показників світлопереломлювання, форми кристалічних зерен, забарвлення, тріщин спайності та ін.

Різновид заповнюючого матеріалу досить яскраво і безпосередньо характеризує макроструктуру виробів, особливо при вивченні шліфів, зумовлює його фізичні характеристики.

Характер пористості є найважливішою специфічною особливістю. Виключити з обсягу пори і капіляри практично не представляється можливим. Пористість будівельних матеріалів коливається в дуже широких межах: від 0 (скло) до 95% і вище (плити з мінеральної вати і ін.). У виробках пори, а також інші види нещільності (мікро-і макротрещини, раковини і каверни, порожнини і порожнечі) зосереджені в в'язучій частині, що заповнює частини і в контактній зоні, тобто по поверхнях розділу цих двох структурних компонентів. У в'язучій частині і контактній зоні переважають пори порівняно малих розмірів, тоді як в заповнюючій частині зосереджуються макропори і інші нещільності. Всі види пір і нещільності в кінцевому рахунку впливають на інтегральну величину пористості і відображаються на величині об'ємної маси, а також на всіх основних характеристиках – міцності, морозостійкості, водопоглинанні і т.п. Пори в'язучої частини мають різне походження, що залежить від виду застосовуваного цементуючого матеріалу.

При використанні неорганічних в'язучих речовин, що заповнені водою або водними розчинами деяких солей, мікро і макропор в'язучої частини пов'язані з процесами на стадіях твердіння і зміцнення. В цей досить невизначений за часом період з'являються, по-перше, пори гелю, що виникли як проміжки між його частинками за рахунок синерезиса і випаровування води, яка адсорбційно зв'язана з його мицеллами, а за характером вони в основному замкнуті. По-друге, утворюються пори за рахунок усадочних явищ при хімічній взаємодії реагуючих інгредієнтів, які зазвичай називають контракційними і які за своїм розміром перевищують гелеві пори. При випаровуванні капілярної вологи, розташованої між агрегатами гелю (роями мицелл), утворюються – по-третє, капілярні пори, розмір яких в поперечнику становить від 1000×10^{-7} до $50\,000 \times 10^{-7}$ см, тобто за своїм характером в тисячі разів більше, ніж пори гелю. Капілярні пори в основному відкриті і сполучаються між собою (рис. 1, 2) [26-35].



Рис. 1. Кристали етtringіту голчатої структури товщиною 2 мкм з гекса-етtringіту розташовані щільно гональним перетином один до одного



Рис. 2. Зверхе тонкі кристали

Кількісний вміст різних пір можна з відомим наближенням визначити розрахунковим шляхом або добре розробленими експериментальними методами порометрії. Різноманіття розміру пір дозволяє відзначити, що затверділий камінь неорганічного в'язучої речовини, наприклад цементний камінь, характеризується неоднорідною пористістю структури. У порах може утри-

муватися значна кількість води, по різному пов'язаної з твердою фазою а, отже, має з нею диференційний характер зв'язку і по міцності, і по товщині плівок (вода гідратних і високогідратних з'єднань, сорбована, гігроскопічна в мікропорах, вільна в мікропорах, вільна в великих порах). Кількість всіх видів води в порах і капілярах є змінним і змінюється в міру протікання процесів твердіння тіста і випаровування з нього вільної води.

Застосування полімерних матеріалів як сполучний компонент в суміші з мікронаповнювачами також призводить до деякої пористості в'язучої частини. Пори виникають в результаті випаровування продуктів поліконденсації, якщо використовуються термоактивні олігомери і полімери в ході контракції. (рис.3-6).

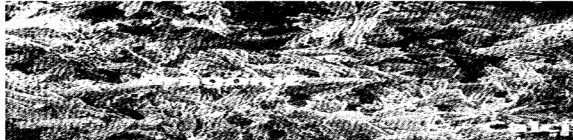


Рис. 3. Кальцит і арагоніт



Рис. 4. Голчатий егтрингіт і повітряні пори

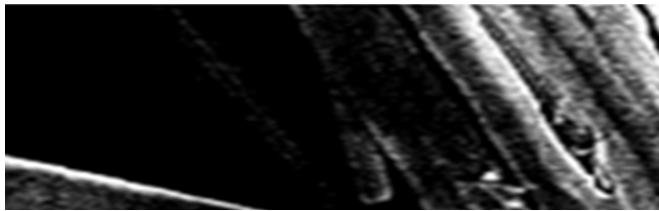


Рис. 5. Арагоніт



Рис. 6. Кальцит

За розміром вони відносяться до мікропор і так само, як і при інших в'язучих, кількість їх і розмір змінюються в наступний період формування структури. У випалювальних в'язуча частина має пори капілярні і замкнуті за рахунок часткового виходу газоподібних продуктів розкладання і термальних реакцій [36-44].

Висновки та напрямок подальших досліджень. Таким чином, крім зазначених вище пор у в'язучих частинах можуть знаходитися порівняно великі сферичної форми пори розміром від 50-100 мкм до 2-5 мм, які утворюються в різних кількостях залежно від того, мимоволі або довільно вони утворені. Якщо вони виникають внаслідок мимовільного залучення повітря при виготовленні суміші компонентів, то їх кількість зазвичай невелика (2-5%), але якщо вони виникають під впливом спеціальних повітряно залучаючих або пороутворюючих, що вигоряють при випалюванні, та інших добавок, то в порізованій в'язучий речовині може зосереджуватися до 50% і більше сферичних пор, найчастіше замкнутих.

Список літератури

1. Коверніченко Л.М. Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою/ Коверніченко Л.М. Збірник наукових праць. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Луцьк ЛНТУ, 2017, №8. - С.103-110.
2. Шишкін О.О. Спеціальні бетони для підсилення будівельних конструкцій, що експлуатуються в умовах дії агресивних середовищ/ Шишкін О.О. Навчальний посібник для студентів ВНЗ - Кривий Ріг: Мінерал, 2001. - 113 с.
3. Штарк Йохен, Вихт Бернд. Долговечность бетона / Пер. с нем. - А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко, Техн. ред. Е. Кавалеровой. Киев: Оранта, 2004. - 301 с.
4. Пунагин В.Н. Долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций / Пунагин В.Н., Приходько А.П., Савицкий Н.В. Учебное пособие для студентов ВУЗов. - Киев: УМК ВО, 1988. - 112 с.
5. Кривенко П.В. Долговічність шлаколузжого бетону/Кривенко П.В. Пушкарьова К.К. К. Будівельник, 1993. - 224 с.
6. Чернявський В.Л. Адаптація бетону / Чернявський В.Л. Дн-ськ Нова ідеологія, 2002. - 116 с.
7. Steenson H. N. Fast set shotcrete in concrete construction. «ACI Journal», ProcV-71, 1974 № 6, pp. 289-295.
8. Чернявський В.Л. Строительные материалы на основе вяжущих веществ/ Чернявський В.Л. М: Высш.школа, 1978.-309 с.
9. Москвин В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты/ Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н. Гузев Е.А./ под общ. ред. Мсквина В.М. - М.: Стройиздат, 1980. - 536 с.
10. Коверніченко Л.М. Гетерогенна полідисперсна система/Качество минерального сырья. Сб.наук.праць.т.2-2018.С.182-186.
11. Kovernichenko L, Shishkin A. Regulation of the influence of the structure of inorganic binders on their properties/Technology audit and production reserves.2018.№3/1(41).
12. Steenson H. N. Fast set shotcrete in concrete construction. «ACI Journal», ProcV-71, 1974 № 6, pp. 289-295.
13. Чернявський В.Л. Строительные материалы на основе вяжущих веществ/ Чернявський В.Л. М: Высш.школа, 1978.-309 с.
14. Steenson H. N. Fast set shotcrete in concrete construction. «ACI Journal», ProcV-71, 1974 № 6, pp. 289—295. Zln-da S. G. Properties of sand—mix shotcrete. Shotcretmg, Publicaion Sp-14 ACI.

15. **Fredericks J. C., Saunders N. R., Broadfoot J. T.** Recent developments in positive displacement shotcrete equipment. Shotcreting, Publication Sp—14 ACI.
16. **Ir O. K.**, Multiple laxer shotcrete tunnel lining. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
17. **Reading T. J.** Shotcrete as a construction material. Stfpiereiing, Publication SP-14, ACI.
18. **Kovernichenko L., Shishkin A.** Regulation of the influence of the structure of inorganic binders on their properties//Technology audit and production reserves.2018.№3/1(41).
19. **Кузнецова А.М.** Технология вяжущих веществ и изделий из них.// Учебник для студентов ВУЗов М. Высш. шк., 1963.-455 с.
20. **Моцанский Н.А.** Повышение стойкости строительных материалов и конструкций, работающих в условиях агрессивных сред.// М. Госстройархиздат, 1962. - 235 с.
21. **Нікіфоров О.П.** Важкі бетони на шлаковміщуючих вяжучих з комплексними модифікаторами.// Дн-ськ Пороги, 1996. - 232 с.
22. **Пішнько О.М.** Підводне бетонування та ремонт штучних споруд: //Монографія. – Дніпропетровськ: Пороги, 2000. – 411 с.
23. **Чернявський В.Л.** Адаптація бетону. //Дн-ськ Нова Ідеологія, 2002. - 116 с.
24. **Bruх G. Neure** Betonherstellungs und Verarbeitungsverfahren, Der Eisenbauingenieur, 1956 № 3.
25. **Chefdeville J.** Beton de blocage et mortars actives, «Annales de b'institut technique du batiment et travaux publics.», 1959 № 144.
26. **Clark B. E.** Theoretical basis of pressure grout penetration, Journal of Amer. Concr. Inst., 1955, vol. 27 № 2.
27. **Fredericks J. C., Saunders N. R., Broadfoot J. T.** Recent developments in positive displacement shotcrete equipment. Shotcreting, Publication Sp—14 ACI.
28. **Ir O. K.**, Multiple laxer shotcrete tunnel lining. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
29. **Reading T. J.** Shotcrete as a construction material. Stfpiereiing, Publication SP-14, ACI.
30. **Stenson H. N.** Fast set shotcrete in concrete construction. «ACI Journal», ProcV-71, 1974 № 6, pp. 289—295. Zln-da S. G. Properties of sand—mix shotcrete. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
31. **Агурич Д. П., Воробьев И. П., Нестеров В. Г.** Торкретирование тепловых агрегатов. М., Стройиздат, 1972.
32. **Захарченко Г. А., Хаютин Ю. Г., Совадов И.П.** Раздельное бетонирование конструкций с нагнетанием активированного раствора в крупный заполнитель. М., ЦБТИ ЦНИИОМТП, 1968.
33. **Избаш С. В., Слиеский П. М.** Гидравлические основы возведения плотин замывом каменной наброски песком. // Труды МЭИ, вып. XXXXVI.М., 1961.
34. **Каргелев И. Е.** Инъекционный способ бетонирования гидротехнических и других массивных сооружений. //Автореф. дис. на соиск. уч. степени. Л., 1954.
35. **Лермит Р.С** Проблемы технологии бетона. М., Госстройиздат, 1959.
36. Рекомендации по применению активированного торкрета в конструкциях сооружений. ВНИИГ. Л., Энергия, 1973.
37. **Третьяков А. К.** Исследование способа раздельного бетонирования гидротехнических сооружений. //Автореф. дис. на соиск. уч. степени. М., 1956.
38. **Bruх G. Neure** Betonherstellungs und Verarbeitungsverfahren, Der Eisenbauingenieur, 1956, № 3.
39. **Chefdeville J.** Beton de blocage et mortars actives, «Annales de b'institut technique du batiment et travaux publics.», 1959, № 144.
40. **Касаткин А.Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии. М, «Химия»1971.
41. **Рыбьев И.А.** Строительные материалы на основе вяжущих веществ. –М: Высш.школа, 1978. -309 с.
42. **П.В.Кривенко,К.К.Пушкарьова**Довговічність шлакозужного бетону. // К. Будівельник, 1993. - 224 с.
43. **Москвин В.М., Иванов Ф.М Алексеев С.Н. Гузев Е.А.; под общ. ред. Мсквина В.М..** Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты // - М.: Стройиздат, 1980. - 536 с.
44. **Шестоперов С.В.** Долговечность бетона транспортных сооружений. // – М.: Изд-во «Транспорт», 1966. – 400с.

Рукопис подано до редакції 04.04.2019

УДК 004.056:007 (045)

Г.В. ДАНИЛІНА, Л.Л. ЖУКОВА, кандидати техн.наук, доценти,

Н.В. АНДРУСЕВИЧ, зав. відділення

Криворізький коледж національного авіаційного університету

С.Л. ЦВІРКУН, канд.техн.наук, викл., Криворізький національний університет

СТОХАСТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ УРАЗЛИВОСТЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕСКАЛАЦІЙНИХ ПАСТОК

Мета: розробити математичну модель і методику захисту комп'ютерної мережі від зовнішніх і внутрішніх загроз в умовах апріорної невизначеності стану мережі і ризику виникнення конфлікту з активним (розумним) партнером. Провести систематизацію на основі математичного апарату статистичної теорії ризику, теорії конфлікту, теорії масового обслуговування, дослідження операцій. Статистично оцінити потенційну ефективність і асимптотичні характеристики систем захисту.

Методи: спостереження, експеримент.