



Рис. 7 Коефіцієнт хімістійкості ($K_{хс}$) зразків в залежності від концентрації (C) дієну у ВЦС після опромінення, кГр: 1 – 25; 2 – 100; 3 – 200

Коефіцієнт хімістійкості модифікованих ВЦС цементних зразків складає 1,12–1,14 од. Вірогідно, що проникаючи в цементну матрицю соляна кислота вступає у взаємодію з гідооксидом кальцію та ущільнює цементний камінь, тому що силосанове просочення перешкоджає вимиванню продуктів реакції. Введення дієну у ВЦС призводить до падіння $K_{хс}$ (див. рис. 7), цей факт може підтвердити припущення про «розрихлення» силосанової плівки за рахунок короткоцепного дієну. Якщо виходити з цього припущення, то точки 0,5 % ДАДМС відповідають максимально аморфній структурі силіконового сополімеру.

Мінімальне значення $K_{хс}$ зразків оброблених 0,5 % ДАДМС у ВЦС може бути пояснено мінімальним водопоглинанням даного матеріалу (рис. 3). Коефіцієнт хімістійкості визначається як співвідношення середньої міцності при стиску серій зразків після знаходження в HCl (\bar{P}_{HCl}) до середньої міцності водонасичених зразків (\bar{P}_{H_2O}):

$$K_{хс} = \bar{P}_{HCl} / \bar{P}_{H_2O}$$

Відомо [1], що при поглинанні H_2O міцність цементних матеріалів, зокрема бетону, падає приблизно на 10 %. Зразки оброблені 0,5 % ДАДМС у ВЦС мають мінімальне водопоглинання та відповідно зберігають максимальну міцність, що позначається на розрахунковій величині $K_{хс}$.

Аналізуючи отримані дані можна зробити наступні висновки:

УДК 624.01

Ярас В.І., канд. техн. наук, доцент;

Ловейкін С.О., інженер, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

З ДОСВІДУ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ В КОНСТРУКЦІЯХ. ПИТАННЯ І ПОМИЛКИ

Постановка проблеми. Контроль міцності бетону в конструкціях, як показує багаторічний досвід роботи з технічних обстежень, є процедура не зайва. Це стосується як нового будівництва, так і реконструкції.

Визначення міцності бетону забезпечує набір класичних методів неруйнівного контролю. Наш час поєднав їх із сучасними інформаційними технологіями.

Це створило хибне уявлення, що процедура визначення міцності бетону тепер спрощена до алгоритму – «приклав прилад до конструкції, клацнув кнопку і отримав результат». Сучасними приладами

- для забезпечення кислотостійкості та мінімального водопоглинання імпрегнування цементу слід проводити ВЦС з наступним мінімальним опроміненням (25 кГр);
- зміцнення цементу досягається його просоченням 0,5 % ДАДМС у ВЦС з наступним опроміненням, при дозі не менше 200 кГр.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гидрофобизация / А.А. Пашенко, М.Г. Воронков, Л.А. Михайленко и др. – К.: Наукова думка, 1974. – 240 с.
2. Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины/ В.И. Сахно, И.В. Вишнеvский, А.Г. Зелинский и др. // Атомная энергетика. – 2003 – Т.94. – № 2. – С. 163-166
3. Беллами.
4. С.Г. Delides, В.В. Cook. IR and solubility studies of irradiated linear polysiloxane // Radiation Physics and Chemistry. – 1980. – Vol. 15. – P. 547-552.
5. Махлис Ф.А. Радиационная химия эластомеров. – М.: Атомиздат, 1976. – с. 45-46.
6. Molecular weight changes and scission and crosslinking in poly (dimethyl siloxane) on gamma radiolysis / D. Hill, C. Preston, D. Salisbury, A. Whittaker // Radiation Physics and Chemistry. – 2001. – Vol. 62. – № 1. – P. 11–17
7. Bulk polymerization of 1,3,5,7 –tetravinyltetramethylcyclotetrasiloxane induced by gamma radiation / L. Alexandrova, F. Diaz, M. Canseco, D. Likhatchev, R. Vera-Graziano // Radiation Physics and Chemistry. – 1997. – Vol. 51. – № 1. – P. 101–106
8. Радиационная полимеризация полифункциональных кремнийорганических мономеров / Л.Е. Гусельников, Л.С. Полак, Н.С. Наметкин, Т.И. Чернышева // В сб.: Радиационная химия полимеров. – М: Наука, 1966. – С. 101 – 105.
9. Quantification of radiation induced crosslinking in a commercial, toughened silicone rubber, TR 55 by 1H MQ – NMR / R. Maxwell, S. Chinn, C. Alvico, C. Harvey, J. Giuliani, T. Wilson, R. Cohenour // Polymer Degradation and Stability. – 2009. – Vol. 94. – P. 456 – 464.

озброїлися виконробами, начальниками дільниць, спеціалістами технічного нагляду. Багато будівельних фірм створили свої лабораторії неруйнівного контролю. Але, м'яко кажучи, далеко не всі користувачі даних приладів розуміють або хочуть розуміти багато тонкощів технологій неруйнівного контролю. Це у багатьох випадках призводить до хибних висновків як в один бік, так і в інший з усіма наслідками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій виділяє дві категорії. Перша, і зараз основна – статті рекламного характеру, що описують нові прилади.

Друга – дослідження для ідеальних умов, далеких від реалій будмайданчика.

Мета статті. Узагальнення досвіду проведення робіт по визначенню міцності бетону в конструкціях з метою уникнути характерних помилок та вказати на деякі порушення технологій, що виникають з причин нерозуміння останніх або елементарної халатності. Метою статті не є приниження значення сучасних технологій. Автори теж користуються в роботі сучасними приладами і тільки хочуть нагадати про необхідність додержуватись стандартів та методичних рекомендацій, що витікають з останніх або надаються виробниками приладів.

Викладення матеріалу. Визначення міцності бетону – технологія багатопланова і в багатьох випадках складна. Роки досліджень і практики сформували набір методів, що для цього використовується у будівництві. Всі вони разом зі своїми методиками жорстко регламентовані відповідними ГОСТ та ДСТУ [3-5].

Серед методів неруйнівного контролю у будівництві найбільш поширені методи ультразвукового поверхневого або наскрізного прозвучування, склерометричні, пластичної деформації і місцевого руйнування.

Під час *ультразвукових досліджень* пружна хвиля ультразвукового (УЗХ) діапазону частот збуджується у матеріалі за допомогою випромінюючого акустичного перетворювача і сприймається контролюючим приладом за допомогою прийомного перетворювача. Акустичні перетворювачі можуть бути розташовані як по різні сторони об'єкта контролю (наскрізне прозвучування), так і з однієї сторони (поверхневе прозвучування). Ультразвуковий метод заснований на зв'язку між швидкістю поширення ультразвукових коливань і його міцністю. Останню визначають за експериментально встановленою градуовальною (кореляційною або регресійною) залежностями (далі кореляції) “швидкість поширення ультразвуку – міцність бетону” [4]. Тобто метод є непрямим.

Методи склерометричні і пластичної деформації «працюють» відносно твердості поверхневого шару бетону. Міцність визначають також за попередньо встановленими градуовальними залежностями між міцністю бетону і непрямую характеристикою міцності. Для склерометричних методів це значення відскоку індентора (бойка) від поверхні бетону. Для методу ударного імпульсу – параметри ударного імпульсу, що зафіксовано з п'єзодатчика в інденторі. Для методів пластичної деформації – розміри відбитка на бетоні (діаметр, глибина і т. п.) або співвідношення діаметрів відбитків на бетоні і стандартному зразку при ударі або вдавлюванні індентора в поверхню бетону.

Методи склерометричні і пластичної деформації, як бачимо, теж є непрямыми і потребують встановлення кореляцій “непрямий параметр – міцність бетону”.

Методи місцевого руйнування. Сюди відносять метод сколювання ребра, метод відриву (диска), і метод відриву зі сколюванням.

Останні ґрунтуються на вимірюванні зусилля, що необхідне для руйнування невеликої ділянки масиву бетону. Дане зусилля майже пропорційне міцності бетону на стиск. Тобто необхідна знову ж таки граду-

ювальна залежність, але методи місцевого руйнування максимально наближені до прямих методів, і використання універсальної залежності “зусилля при руйнуванні – міцність бетону” дає відносно малі похибки.

Науково-технічний прогрес озброїв спеціалістів і неспеціалістів сучасними приладами, що реалізують традиційні методи контролю. Сучасний прилад – це високотехнологічне обладнання на основі мікропроцесорного модуля зі своїми мініатюрними дисплеєм і клавіатурою. Він дозволяє крім визначення основного непрямого показника зберігати великі об'єми інформації (що має велику цінність під час роботи на об'єкті) а також проводити математичну обробку даних. З цього місця можуть починатися несвідомі або свідомі помилки спеціаліста, що проводить обстеження.

Виробники приладів у внутрішню програму обробки даних закладають вже готову кореляцію. Тобто прилад після кожної серії операцій (притаманних конкретному методу) одразу «видає» міцність бетону. Але ця процедура корисна під час продажу або для перевірки працездатності апаратури. На об'єкті вона (процедура остаточного визначення міцності) для досвідченого сумлінного спеціаліста зайва, а для всіх інших – шкідлива (для справи).

Кореляційна залежність повинна постійно корегуватись за рахунок паралельних (непрямих і прямих) випробувань. Цього вимагають як державні стандарти, так і здоровий глузд. Кореляція між міцністю бетону і непрямим показником є нестабільною, вона змінюється при суттєвій зміні технології виготовлення бетону. На вид кореляції між міцністю і непрямыми показниками сильно впливають такі фактори, як вологість та температура в період твердіння, водо-цементне співвідношення, марка цементу, фракції щебеню і з якого він кар'єра, з якої річки пісок, які домішки, чи стояв міксер у пробці, чи додавалася в нього вода та ін. Крім того, необхідно постійно озиратись на вік бетону.

Процедура корегування градуовальної залежності також закладена у приладах. Досвідчені спеціалісти іноді її використовують під час масового контролю. А для вибіркового контролю більш прийнятні методи місцевого руйнування, кращим з яких є метод відриву зі сколюванням.

Під час контролю на об'єкті за допомогою всіх методів окрім місцевого руйнування великою помилкою є користування заздалегіть заготовленими кореляційними залежностями. Автори багато разів чули фразу: «Кореляція знята на заводі (постачальник даної партії товарного бетону. Авт.) з 7- та 28-добових кубиків» Але:

- один «міксер» доїхав на об'єкт швидко, а інший попав у пробку і у нього хлюпнули води;
- під час прогріву перші дві доби одна колона мала температуру 50°C, інша – 60, а стіна – 40;
- влітку, після демонтажу опалубки, конструкції повністю висохли за різний проміжок часу і їх не зволожували;
- номінальний склад бетонної суміші може дещо змінювався під час кожного замісу.

Подібних прикладів багато. І можна стверджувати, що у кожному з цих випадків використання будь-якої

кореляційної залежності призводить до суттєвих похибок. У всіх прикладах ми одержуємо рівняння з одним шуканим (міцність бетону) і багатьма невідомими коефіцієнтами.

Випробування зразків бетону («кубиків») – питання окреме. Зразки можна розділити на дві категорії. Перша – відібрані і випробувані на заводі власною лабораторією. Треба думати, що всі операції із зразками проводяться, дотримуючись відповідних норм. Відхилення від останніх тільки знижує результат, а заводу це не вигідно.

Друга категорія – зразки, що відібрані на будмайданчику. Як це зазвичай відбувається. Спочатку бетонну суміш лопатою кидають у форми. Тією ж лопатою постукали по формах і згорнули зайве. Де якісне ущільнення? Стандарти вимагають штикування і для жорсткої суміші – вібрування. Добре, якщо форми якісно відчищені до металу і рівномірно змащені тонким шаром масла. Але у багатьох випадках вони пошкрябані цеглиною і після змащення на дні збирається калюжа мастила, яке потім розчиняється у бетоні. Зберігання зразків у кращому випадку – побутове приміщення на підлозі. Через дві доби вони вже повністю сухі, а взимку весь термін зберігання ще й холодні. Варто стверджувати, що під час випробувань ці зразки не покажуть міцність, відповідну до своєї партії бетону. Стандарти і здоровий глузд вимагають зберігання у вологому стані при температурі 20°C.

Стосовно теми зразків можна поставити риторичне питання про сенс заводських випробувань. Чи може хтось наведе приклад, коли завод сповістив замовника про партію суміші, що не відповідає заявленій у паспорті міцності і своїм коштом підсилив вже виготовлені конструкції? Адже такі партії є. І далеко не всі вони «вилюються» незалежними лабораторіями. А постачальники суміші, треба думати, знають про майже всі (партії).

Тепер ще про одну важливу річ. Це знову ж таки напівміф під назвою «28 діб». Як відомо, у цей термін вкладається міцність у проектному віці. Тобто міцність, яку набирає бетон через 28 діб за умов зберігання при температурі 20°C і вологості середовища 95%. Іноді замовник чекає необхідні для нього результати на 28-му добу, коли на дворі середня температура стояла близько +5 (у березні) або конструкція «мліла» на сонці у липні. Ці ж питання стояли вище щодо зберігання зразків бетону.

У рамках однієї статті складно докладно висвітити всі подробиці даної теми.

Автори неодмінно продовжать тему і закликають до дискусії.

Висновки.

1. Розвиток будівельних технологій, як не парадоксально, тільки підтверджує необхідність контролю.
2. Сучасні прилади неруйнівного визначення міцності бетону на порядок зручніші у роботі за прилади попередніх поколінь, але потужний сервіс розслаблює деяких спеціалістів, що призводить до відступів від стандартів і хибних результатів.
3. Керівники підрядних організацій повинні не допускати падіння технічної грамотності відповідальних осіб.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Техническое обследование и ремонт зданий и сооружений: Справ, пособие/Под. ред. М. Д. Бойко. – М.: Стройиздат, 1993. – 208 с.
2. Сендеров Б. В. Аварии жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1991.
3. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю (ГОСТ 22690-88).
4. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності (ГОСТ 17624-87, СТО 36554501-009-2007).
5. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 - Бетони. Правила контролю міцності. (ГОСТ 18105-86).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ І ПРЕДСТАВЛЕННЯ РУКОПИСЕЙ В ЖУРНАЛ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ»

1. Рукопись должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами. Дальнейшие исправления и дополнения не допускаются.

Объем статьи:

- а) обзорного характера – до 7 стр.;
- б) решение конкретной научной задачи – до 5 стр.;
- в) краткое сообщение о достигнутых результатах – до 2 стр.

2. Рукописи статей, превышающих указанные объемы, к рассмотрению не принимаются.

3. Одновременно с рукописью подаются реферат, справка об авторах (фамилия, имя, отчество, научная степень, ученое звание, номер телефона, название организации), дискета с файлами статьи и реферата.

4. Реферат подается напечатанным на одном листе. Шапка реферата: индекс УДК, название статьи, фамилии и инициалы авторов, количество рис., табл., библиограф. ссылок. Объем реферата – не более 1/3 страницы.

5. Рукопись статьи подается в двух экземплярах, напечатанной (шрифт – 14 пт, 30 строчек на странице). Тексты статьи и реферата подаются отдельными файлами на дискете. Текст должен быть набран в редакторе MS WORD. Рисунки, фотографии подаются отдельно (оригиналы).

6. Шапка статьи: в левом углу проставляется индекс УДК, ниже по центру – фамилия, имя, отчество, научная степень, ученое звание, номер телефона, название организации, под ним ниже по центру – заголовок (большими буквами).

7. В статье должны использоваться единицы Международной системы (СИ).

8. Формулы и обозначения набираются в MS WORD (формульном редакторе Equation).

9. Перечень литературы оформляют в соответствии с ГОСТ 7.1-84 и подают общим списком в конце рукописи.

10. В статью могут быть внесены изменения редакционного характера без согласования с автором.

11. Окончательный вывод о публикации принимает редакционный совет.

Консультации по поводу оформления статей можно получить ежедневно с 10 до 15 час. в НИИСМИ,
тел. (044) 417-07-15, тел./факс 417-62-96