

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ОБСТЕЖЕННЯ. МІЦНІСТЬ БЕТОНУ. РОЗРИВ ЛАНЦЮЖКУ

Доводиться можливість застосування методу відриву зі сколюванням для побудови кореляційних залежностей всіх неруйнівних методів визначення міцності бетону. Наводяться методики побудови кореляційних залежностей.

Доказується возможность применения метода отрыва со скалыванием для построения корреляционных зависимостей всех неразрушающих методов определения прочности бетона. Приводятся методики построения корреляционных зависимостей.

We prove the legality of the use of modern methods of separation with shearing as a base for constructing correlation dependences for all non-destructive methods for the determination of concrete strength. Methodology is given by constructing correlation dependences.

Постановка проблеми. Основний показник, за яким характеризується бетон – міцність на стиск. Саме його враховує проектувальник під час розроблення робочих креслень будівлі. І саме його має на увазі постачальник бетонної суміші у графі паспорту «Клас бетону». Діючі нормативні документи визначають необхідність, правила та методики контролю міцності від моменту виготовлення бетонної суміші та до інструментального обстеження конструкцій у проектному віці бетону [1; 2]. Проте, нормативна база залишає декілька білих плям у великому розмаїтті задач неруйнівного контролю. Тут випадки, коли є необхідність визначення міцності бетону конструкцій, для яких не існує кореляційних залежностей неруйнівних методів контролю [3...5]. Залишається суцільний контроль методом відриву зі сколюванням. А це за діючими стандартами – по чотири випробування на конструкцію, що займає досить багато часу та коштує немало. Виходить, методи неруйнівного контролю досить обмежені у використанні. І це на фоні того, що зараз спеціалісти озброєні апаратурою та методиками обробки даних на основі надсучасних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій виділяє дві категорії. Перша, і зараз найпоширеніша – статті рекламного характеру, що

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

Мета статті. На основі великого досвіду обстежень монолітних залізобетонних конструкцій довести необхідність і можливість застосовувати метод відриву зі сколюванням для побудови кореляційних кривих «Непрямий параметр – міцність бетону на стиск».

Викладення матеріалу. Під час зведення монолітних споруд обов'язковою є операція відбору зразків кожної партії бетонної суміші з подальшим їх випробуванням. У більшості випадків справа закінчується накопичуванням папок з протоколами випробувань і паспортами на бетонну суміш. Проте зустрічаються випадки, коли одержані результати міцності бетону зразків значно нижче за необхідну проектну. Як наслідок, перевірити одну конструкцію методом відриву зі сколюванням – проблем небагато. Але бажання замовника з'ясувати міцність вже певної кількості конструкцій ставить спеціалістів з неруйнівного контролю у глухий кут, який створено діючою нормативною базою [1, 2]. Всі методи неруйнівного контролю є непрямими та працюють тільки за допомогою кореляційних кривих [2, 3]. Заздалегідь заготовлена у виробника бетонної суміші кореляційна крива на виявленій партії бетону з низькою міцністю хибить [4, 5]. Будувати нову – всі відібрані зразки вже зруйновані, а для цього вибурувати з конструкцій і випробувати велику кількість нових зразків дуже коштовно та і можливо тільки теоретично.

Таких випадків досить багато. Особливо на тих об'єктах, де не виконується систематичний науковий супровід згідно з [1] і необхідність контролю міцності виникає як пожежа. У даній ситуації для визначення міцності бетону у конструкціях нормативна база залишає майже тільки методи місцевого руйнування.

Інший випадок. Вже з іншої категорії. Будівля, що обстежується з метою реконструкції. Для розрахунку несучої здатності конструкцій необхідно визначити міцність бетону кожної. Тут якщо навіть теоретично і збереглися протоколи обстежень неруйнівними методами, то кореляції через багато років вже будуть не дійсні. Бетон повільно міцнішає. Знову залишаються тільки по чотири випробування на конструкцію методами місцевого руйнування.

І це не дивно і правильно. Дані методи ґрунтуються на вимірюванні зусилля, що необхідне для руйнування невеликої ділянки масиву бетону. Це зусилля пропорційне міцності бетону. До речі, під час базового випробування зразка міцність бетону на стиск визначається також після

вимірювання зусилля, що необхідне для його руйнування. Тобто методи місцевого руйнування максимально наближені до прямих методів.

Але проблема у необхідності проведення **масового** обстеження залізобетонних конструкцій за відсутності заздалегідь знятих кореляційних залежностей.

Для масових обстежень застосовуються механічні методи ударного імпульсу, пружного відскоку, пластичної деформації за ДСТУ Б В.2.7-220:2009 [3] та ультразвукові методи за ДСТУ Б В.2.7-226:2009 [4]. Обидва стандарти вимагають встановлення градууювальних залежностей паралельним випробуванням зразків бетону.

Незрозуміло, чому у наш час, коли спеціалісти озброєні сучасною апаратурою з комп'ютерною обробкою інформації, сучасні стандарти не дозволяють застосовувати методи місцевого руйнування для побудови градууювальних залежностей.

Адже, по-перше, як вже зазначалось, метод відриву зі сколюванням максимально наближений до прямих методів. Вихідний параметр приладу – міцнісна характеристика бетону. Крім того, визначається міцність бетону безпосередньо в конструкції. Останнє дуже важливо.

По-друге. Кореляційна залежність «Зусилля руйнування ділянки бетону – міцність на стиск» є простим перерахунком:

$$R = m_1 m_2 P,$$

де R – міцність бетону на стиск, МПа; m_1 – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір крупного заповнювача в зоні вириву; m_2 – коефіцієнт пропорційності для переходу від зусилля вириву до міцності бетону; P – зусилля вириву анкерного пристрою, кН.

Коефіцієнт m_2 залежить **тільки** від геометрії обраного анкеру та довжини його можливого проковзування під час вимірювання та не залежить від інших факторів, таких, як заміна технологічного регламенту виготовлення бетонної суміші або взагалі постачальника останньої.

Але! Діючий ДСТУ Б В.2.7-220:2009 [3] повністю повторює радянський ГОСТ 22690-88 з рекомендаціями щодо використання приладів ГПНВ та ГПНС зі стрілочним манометром. Маючи тільки ці прилади, автори даної статті теж не наважилися б за їх допомогою будувати кореляції.

Друге але! Сучасна реалізація методів місцевого руйнування – мікропроцесорні прилади у якості силовимірювачів. Останні на порядок підіймають точність технології.

Додамо сюди той **дуже** важливий фактор, що методи місцевого руйнування працюють безпосередньо на конструкціях. Ніякі зняті заздалегідь у постачальника суміші кореляції тут не посперечаються.

Тепер перед тим, як перейдемо до методики побудови кореляційних залежностей для методів неруйнівного контролю на основі методу відриву зі сколюванням, необхідно розглянути питання якості виконання досліджень останнім.

Не слід недооцінювати наступне. Цитата з ДСТУ Б В.2.7-220:2009 [3]: «Якщо найбільший і найменший розміри вирваної частини бетону від анкерного пристрою до меж руйнування по поверхні конструкції відрізняються більш ніж у два рази, а також якщо глибина викиду відрізняється від глибини закладення анкерних пристроїв більш ніж на 5%, то результати випробувань допускається враховувати тільки для орієнтовної оцінки міцності бетону».

Тепер розглянемо послідовно окремі етапи запропонованої методики побудови кореляційних залежностей.

1-й етап. Виконання масового обстеження. Одним з неруйнівних методів – ультразвуковим поверхневого прозвучування або ударного імпульсу, з певним кроком обстежується доступна поверхня всіх контрольованих конструкцій. Це є так звана «масовка», за якою потім обчислюватиметься міцність бетону в усіх конструкціях. Фахівець на місці вибирає метод обстеження залежно від стану поверхні бетону, проте бажано виконувати «масовку» одразу двома методами, що підвищить надійність результатів контролю. Використання методу наскрізного прозвучування є бажаним, оскільки ним вимірюються властивості бетону в усій товщі конструкції, і тому він є більш інформативним і точним. Але реалізувати «масовку» останнім набагато складніше, ніж одним з поверхневих методів, тому автори у своїй практиці зупиняються на них.

Окреме значення непрямого показника визначається як середнє арифметичне за результатом серії вимірювання на одній невеликій ділянці бетону, причому серія повинна бути не менш як з 10-ти точок для методу ударного імпульсу і не менш 5-ти для поверхневого прозвучування. При визначенні середнього арифметичного важливим є застосування відбраковування «викидів» із серії вимірювань – нетипово низьких або високих значень. Зазвичай в сучасних приладах процедура відбраковування «викидів» та визначення середнього значення в серії вимірювань здійснюється в автоматичному режимі. Оператору не потрібно записувати кожне виміряне значення та проводити відповідні розрахунки.

Крок «масовки» обирається оператором, виходячи з розмірів конструкцій і вимог надійності контролю, поставлених в задачі на обстеження. Мінімально допустима кількість ділянок вимірювання на одиницю площі поверхні окремих типів конструкцій наведена у стандартах на неруйнівні методи [2, 3].

У вертикальних монолітних конструкціях спостерігається ефект різного ступеня ущільнення бетонної суміші верхньої та нижньої частини конструкції. Середні значення як непрямого показника, так і міцності бетону в цих частинах будуть відмінними – верхня частина майже завжди буде слабшою, причому відмінність за міцністю може бути до 15%. Тому в вертикальних конструкціях слід обов'язково робити масовку на різних рівнях за висотою.

2-й етап. Визначення градуовальної залежності. Для побудови кривої відбираються не менше шести конструкцій (залежно від об'єму контрольованих конструкцій) таким чином, щоб серед них була приблизно однакова їх кількість з високим, середнім і низьким значенням параметру неруйнівного методу. Даний направлений відбір потрібен для забезпечення рівномірності розподілу точок за всією протяжністю градуовальної кривої.

Обрані конструкції обстежуються методом відриву зі сколюванням.

В місцях відривів попередньо визначається середнє значення непрямого показника. За результатом обстеження будується градуовальна залежність між непрямим показником і міцністю аналогічно до залежності «за кубиками» – за тою відмінністю, що кількість точок може бути меншою.

Зупинимось окремо на питанні необхідної кількості прямих випробувань. Для забезпечення надійного контролю не варто виходити за їх мінімальну допустиму кількість, яка регламентована методикою уточнення існуючої градуовальної залежності. Рішення завжди залишається за спеціалістом, і під час його прийняття він повинен враховувати, в першу чергу, тісноту отриманої кореляції або величину уточнюючого впливу. У випадку, якщо за запропонованою методикою отримуються не дуже тісні кореляції, слід збільшити кількість конструкцій з прямими випробуваннями. Та навіть під час прямих випробувань всіх контрольованих конструкцій застосування неруйнівного методу за даною методикою є виправданим, оскільки дозволяє зменшити кількість відривів на окремих конструкціях (з 4-х до 1-2-х).

3-й етап. Обчислення міцності бетону в конструкціях. Визначати міцність бетону в кожній вимірюваній точці конструкції немає сенсу.

Спочатку обчислюється середнє значення непрямого показника в окремих конструкціях або їх частинах (для вертикальних або крупногабаритних конструкцій), а потім за градуовальною залежністю визначається міцність даних конструктивних елементів, що і є результатом обстеження.

Висновки. 1. Основа визначення міцності бетону в конструкціях за допомогою методів неруйнівного контролю – наявність відповідної кореляційної характеристики.

2. За діючими стандартами побудова кореляційної характеристики для ультразвукових методів має бути тільки на основі випробувань зразків бетону з досить великою їх кількістю. Для багатьох конкретних випадків це взагалі унеможлиблює застосування методів неруйнівного контролю визначення міцності бетону.

3. Автори підтверджують можливість застосування методу відриву зі сколюванням для побудови кореляційних характеристик і пропонують власну, перевірену досвідом методику.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.2-5:2007. СНББ. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів
2. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності
3. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю.
4. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності (ГОСТ 17624-87).
5. Ярас В. І., Ловейкін С. О. З досвіду визначення міцності бетону в конструкціях. Питання і помилки. //Строительные материалы и изделия. – 2011. – № 4(69). – С. 23-25.

Стаття надійшла до редколегії 13.11.2015