

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕЗАВТОКЛАВНОГО НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ

ГАРА О.А., ГАРА А.О.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Енергоефективність є одним із пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки України зазначених у Законі України №2623-III "Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні". Перспективними енергозберігаючими будівельними матеріалами, визнаними будівельниками у більшості країн світу, є вироби з ніздрюватого бетону. Основними перевагами є широкий діапазон технічних показників та теплоізоляційних властивостей, внаслідок чого, ніздрюватий бетон може бути використаний для виготовлення широкої номенклатури штучних виробів різного призначення, а також, як монолітний тепло- і звукоізоляційний матеріал. Найбільшого поширення на території України наразі набули автоклавні газосилікати, проте технологія їх виробництва потребує обов'язкового застосування помольного обладнання та автоклавної обробки, що значно збільшує вартість готового матеріалу. Крім того, газосилікати неможливо використовувати як монолітний теплоізоляційний матеріал при використанні незнімної опалубки.

Серед різноманітності ніздрюватих бетонів особливе місце належить безавтоклавним пінобетонам (БПБ). Це пов'язано з порівняно простою технологією їх виробництва, поширеною сировинною базою та невисокою енергоємністю останніх [1].

До недоліків безавтоклавних пінобетонів можна віднести неоднорідність розподілу властивостей у об'ємі, погіршення характеристик матеріалу при водонасиченні, низькі характеристики міцності (порівняно, наприклад, з газобетоном який має аналогічну марку за середньою щільністю).

Аналіз результатів досліджень у галузі будівельного матеріалознавства у ряді випадків може бути суттєво поглиблений за допомогою методів комп'ютерної статистики. Слід зазначити, що ці методи нерідко дають інформацію, яку не можна отримати іншими способами без великих витрат матеріальних і часових ресурсів.

Один із таких методів у 1979 році запропонував Б. Ефрон [2]. Це bootstrap – метод багаторазового відтворення досить значних масивів експериментальних даних.

Використання бутстрепу під час вирішення низки завдань будівельного матеріалознавства [3] дозволило отримати нетривіальні результати. Деякі особливості бутстреп-метода (в одній з версій ОДАБА) показані на прикладі рішення задачі про довірчі інтервали коефіцієнта водостійкості K_w пінобетону об'ємної ваги 600 кг/м^3 .

При дослідженні пошарової неоднорідності щільності та механічних властивостей пінобетонних блоків (одного замісу) були випробувані на міцність при стисканні по 75 випиляних з масиву кубиків $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ в сухому (R_d) і водонасиченому (R_w) стані. Зразки ці дві групи відбиралися випадково, оскільки дисперсійний аналіз дозволив прийняти (з ризиком близько 0.05) гіпотезу про однорідність пінобетонних блоків за міцністю.

Коефіцієнт водостійкості (за середнім) $K_w = 0.750$; якщо максимальні значення у розподілах R_d та R_w відрізняються на 55%, то мінімальні – на 9%.

Незалежно від кількості випробуваних зразків-близнюків за натурними даними визначається лише одне значення K_w . Закон розподілу для коефіцієнта стійкості можна отримати аналітично, але при дотриманні низки вимог, які важко здійснити на практиці. Однак можна отримати розподіл K_w у обчислювальному експерименті з використанням бутстреп-методу [2-3].

В даному випадку аналізується розподіл стійкості, яка визначається не за середніми значеннями міцності в партії зразків, а в граничному випадку – по одній парі зразків.

Обчислювальний експеримент починається з формування даних натурального експерименту нової вибірки. Випадковим чином відбирається елемент варіаційного ряду (наприклад, #1, с $R_d = R_{d,\min} = 7.30 \text{ МПа}$) – і одразу повертається на місце. Таким чином, цей елемент може потрапити в вибірку об'єму n , що генерується, від 0 до n разів, що суттєво змінить нові вибірки (у ряді завдань так клонуються і самі вихідні вибірки [3]).

В даному випадку генеровано нові випадкові ряди міцності, за якими отримано 10000 значень K_w . Статистичні характеристики генерованих розподілів міцностей практично рівні таким у натурному експерименті, а розподіл K_{wc} є раніше недоступною інформацією. Середній рівень $K_{wc} = 0.771$, а найменший (з ризиком 5%) – 0.554.

В результаті застосованих методів обробки результатів випробувань отримано інформацію, яку неможливо отримати без використання обчислювальних методів.

Одним із виходів підвищення якості матеріалу полягає не тільки у збільшенні середнього показника коефіцієнта водостійкості, а й у зменшенні коефіцієнта варіації у розподілах які отримані завдяки використанню методів багаторазової обробки даних.

Література

1. Пашинський В.А. Використання монолітного пінобетону для зведення енергоефективних будівель // В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, В.В. Дарієнко, Г.Д. Портнов, Є.О. Томаченко. Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО", 2020. - Вип. №69. - С 54-57.
2. Efron B. Bootstrap methods: another look at jackknife. The Annals of Statistics, v.7, N1, 1979.
3. Вознесенский В.А. Бутстреп – компьютерное «клонирование» данных натурального эксперимента // В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко. Моделирование и оптимизация в материаловедении: Мат-лы 42-го междуна. сем. МОК'42. – Одесса: Астропринт, 2003. – С. 3-5.