



УДК 624.132.336

М.О. Лівінський, аспірант

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУР ПОЛІМЕРБЕТОНУ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ З ВИСОКИМИ АНТИКОРОЗІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

При встановленні параметрів вхідних компонентів полімербетону для влаштування лицевих покриттів підлоги були проведені експериментальні дослідження.

Встановлено, що для забезпечення високої якості лицевих покриттів, їх довговічності, водо- і корозійної стійкості і безпильності при експлуатації, потрібно встановити раціональне співвідношення компонентів. Для цього було проведено експеримент у вигляді багатофакторної моделі [1].

Мета експерименту - побудова емпіричної математичної моделі, що в подальшому може бути використана для відшукування оптимального складу компонентів, які забезпечують гарантовану якість на всіх просторово-часових рівнях життєвого циклу лицевого покриття підлоги.

Згідно з методикою експериментальні дослідження було поділено на підготовчі, основні і контрольні.

В підготовчих дослідженнях уточнювалися наступні параметри основного експерименту:

- перелік вхідних і вихідних чинників;
- частота і точність вимірів;
- тривалість і кількість дослідів;
- діапазон виміру параметрів;
- додаткова інформація, що враховується (зміни в складі технологічного обладнання та ін.).

Підготовчі дослідження проводилися в умовах максимально близьких до умов основного експерименту.

При організації підготовчих досліджень враховувалися реальні можливості лабораторної бази, зручності отримання і достовірність вхідної інформації, а також проводилося уточнення організаційних заходів по проведенню основного експерименту.

Основні експериментальні дослідження включали:

- збір первинних експериментальних даних з дозуванням вихідних матеріалів: вологості крупного заповнювача і піску; фракційного складу піску; гранулометричного складу крупного заповнювача; витрата води на 1 м³ бетону; даних питомої поверхні крупного заповнювача і піску; вмісту домішок в піску; вмісту домішок в крупному заповнювачі і піску; активності і нормальної чистоти цементу; міцності бетону; вид і кількість полімерних добавок в бетон; варіації міцності бетону; модуль пружності бетону; час тужавіння бетону;
- первинна обробка даних з застосуванням статистичних методів з метою визначення точності виміру, впливу параметрів, вірогідність одержаної інформації;
- отримання засобами регресивного аналізу наступних функціональних залежностей

$$Y_i = f(\bar{X}_i), \quad (1)$$

де Y_i - міцність, щільність, модуль пружності, варіації міцності бетону,

зручноукладальність, час тужавіння бетонної суміші; \bar{X}_i – вхідні параметри моделей.

При проведенні досліджень нами використовувались методи пасивного і активного факторного експерименту.

За прийнятою методикою визначалися:

- необхідне число обстежуваних замісів;
- необхідне число проб заповнювачів і бетонних зразків що відбиралися з кожного замісу бетонної суміші, яка досліджувалася;
- порядок проведення досліджень;

– форми надання даних (фіксація в журналах).

Контрольні дослідження проводились з метою перевірки роботоздатності отриманих моделей.

Вибірки результатів досліджень для відповідних матеріалів бетонної суміші і полімербетону упорядковувалась за величиною у варіаційні ряди (ряди розподілу) за формулою

$$X(1), X(2), \dots, X(n); X(i) \leq X(i+1) \quad (2)$$

де $X(i)$ – значення результатів досліджень.

Різниця між найбільшим і найменшим членами отримана по формулі $R=X(i)-x(n)$ визначає розмах емпіричного розподілу, а число спостережень n - об'єм вибірки.

Упорядковані варіаційні ряди були розбиті на інтервали виміру, відповідно матеріалам і полімербетонній суміші, що застосовувалась, їх кількість в гранулах, що використовувалась в формах, аналогічна представлених в табл. 1 для випробування активності цементу [2].

Таблиця 1. Статистичний ряд результатів випробувань активності цементу

| Номер інтервалу | Інтервал | | n_i |
|-----------------|-------------|-----------|-------|
| | границі | | |
| | X_{i-1}^1 | X_i^1 | |
| 1 | $-\infty$ | 300 | 3 |
| 2 | 300 | 340 | 5 |
| 3 | 340 | 380 | 8 |
| 4 | 380 | 420 | 16 |
| 5 | 420 | 460 | 16 |
| 6 | 460 | 500 | 4 |
| 7 | 500 | $+\infty$ | 3 |

До даного інтервалу відноситься величина, значення якої більше або рівне значенню нижньої межі інтервалу і менше верхньої межі.

Частка n_i в i -му інтервалі, віднесена до об'єму ряду i визначається рівністю

$$\bar{P}_i = \frac{n_i}{n}, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

Вона характеризує відносну частку i є статистичним аналогом ймовірності попадання результатів досліджень в i -й інтервал.

Для наочного представлення про емпіричне розподілення і оцінку розкиду результатів досліджень параметрів матеріалів, що досліджувалися у застосовуваних бетонних сумішах і полімербетоні, побудовано гістограму (рис. 1).

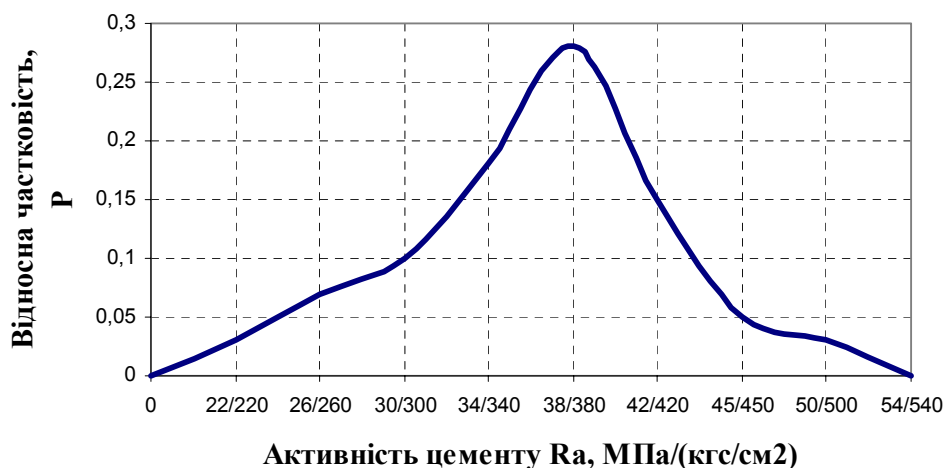


Рис. 1. Гістограма розподілу активності портландцементу М400



На осі абсцис відкладено границі інтервалів і на кожному з них побудовано прямокутник висотою, що дорівнює фактичній ймовірності попадання n -них результатів досліджень в i -й інтервал.

Зовнішній вигляд гістограми є основою для гіпотези про відповідність або невідповідність результатів досліджень теоретичному розподілу.

Гіпотезу перевіряли за допомогою критерію Пірсона χ^2 . Вихідними даними для застосування критерію χ^2 являються:

- число спостережень n ;
- число інтервалів перетвореного статистичного ряду m ;
- частота n_i ;
- границі інтервалів X_{i-1}^1, X_i^1 .

Середнє вибіркове (оцінка математичного очікування) підраховувалась за формулою

$$X_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (4)$$

де n - число досліджень; X_i - значення результатів досліджень.

Величину зміщень оцінки дисперсії теоретичного розподілу визначали за формулою

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i' - X_0')^2 \quad (5)$$

Після визначення оцінок параметрів функції розподілу обчислювали теоретичні ймовірності P_i попадання в кожний з інтервалів, у випадку нормального розподілу

$$P_i = \Phi_0 \frac{(X_1' - X_0)}{\sigma} - \Phi_x \frac{(X_{i-1}' - X_0)}{\sigma}, \quad (6)$$

де $\Phi_0(x)$ - інтеграл Лапласа-Гаусса; σ - середньоквадратичне відхилення.

$$\sigma = \sqrt{\frac{n}{n-1} S^2} \quad (7)$$

Значення оцінок параметрів функцій розподілу, одержаних для відповідних матеріалів, що застосовуються в полімербетоні, після обчислень за наведеними вище формулами представлені в табл. 2.

Таблиця 2. Зведена таблиця значень оцінок параметрів функцій розподілу матеріалів і полімербетону

| Матеріали, полімербетонна суміш і бетон | Досліджуваний параметр | Значення оцінок параметрів функції розподілу | | |
|---|---|---|---------------------------------------|---|
| | | Оцінка математичного очікування, X_0 | Змішана оцінка дисперсії, S^2 | Середньо квадратичне відхилення, σ |
| Портланд-цемент | Активність, МПа (кгс/см ²) | 40,9 (409) | 312,3 (3123) | 5,644 (56.44) |
| Пісок кварцевий | Щільність (об'ємна маса) в сухому стані, кг/м ³ | 1417 | 2527 | 50,52 |
| Те ж | Вологість, % | 6,6 | 6,9 | 2,64 |
| Пісок кварцевий | Вміст глиняних і пилевидних часток, % | 2,03 | 1,5843 | 1,265 |
| Щебінь | Щільність (об'ємна маса), кг/м ³ | 2670 | 37,08 | 6,097 |
| Полімербетон марки 200 | Міцність у віці 28-ми діб, МПа (кгс/см ²) | 1800 | 15,223 | 1,24 |

Відповідні значення $\Phi_0(x)$ і P_i для матеріалів, що застосовувалися в експерименті у складі полімербетонної суміші зведено в табл. 3.

Величина критерію згоди визначалась за наступною формулою

$$X^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad (8)$$

Таблиця 3. Розрахункова таблиця теоретичної ймовірності функції розподілу активності цементу

| Номер інтервалу | Інтервали | | n_i | $X_i - X_0$ | $\Phi_0 \frac{(X'_i - X_0)}{\sigma}$ | P_i |
|-----------------|------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|--------|
| | Границі | | | | | |
| | X'_{i-1} | X'_i | | | | |
| 1 | $-\infty$ | 300 | 3 | -109 | -0.4897 | 0.0303 |
| 2 | 300 | 340 | 5 | -69 | -0.38 | 0.0897 |
| 3 | 340 | 380 | 8 | -29 | -0.1819 | 0.1981 |
| 4 | 380 | 420 | 16 | 11 | 0.0902 | 0.2721 |
| 5 | 420 | 460 | 16 | 51 | 0.3236 | 0.2334 |
| 6 | 460 | 500 | 4 | 91 | 0.4486 | 0.1250 |
| 7 | 540 | $+\infty$ | 3 | $+\infty$ | 0.5 | 0.0514 |
| Σ | | | 55 | | | 1.0 |

В результаті проведених досліджень було визначено вхідні параметри матеріалів для одержання полімербетону, що забезпечує задані експлуатаційні якості для полімербетонних підлог. При цьому розрахункова міцність полімербетону була визначена в залежності від величини коефіцієнта варіації із запасом міцності. Нормативний коефіцієнт варіації має значення 13,5% і його зміна впливає на міцність бетону [3]. Експериментальні дані одержані на рівні вказаного нормативу, що слід вважати як достатню умову для використання цих даних в практичних виробничих цілях по улаштуванню полімербетонних підлог високої міцності і хімічної стійкості.

Література

1. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента. Учебное пособие. - М.: Радио и связь, 1983. -248 с.
2. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений. - М.: Наука, 1976. -279 с.
3. Инструкция по проектированию и устройству покрытий полов в помещениях с агрессивными средами на предприятиях мясной и молочной промышленности. ВСН 1-80. -М.: ММ и МП СССР, 1980. -26 с.