

УДК 666.9:519.816

**ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАНІВ БОКСА-БЕНКЕНА У РОЗВ'ЯЗАННІ  
ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ СИНТЕЗУ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ****Гайдаєнко Оксана Володимирівна**

кандидат технічних наук, доцентка, доцентка

**Пархомова Наталія Сергіївна**

студентка магістратури

**Зальотін Віталій Сергійович**

студент магістратури

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

[okotsur80@gmail.com](mailto:okotsur80@gmail.com)

В умовах воєнного стану поступово змінюється традиційний погляд на науково-технічні принципи розробки будівельних матеріалів. Накопичення великої кількості відходів руйнації з відсутністю можливості їх утилізації призводить до суттєвих змін щодо формування сировинної бази, що викликає необхідність вторинного використання відходів від знесених та пошкоджених будівель, промислових об'єктів тощо. Тобто розробка оптимізаційних заходів з ресурсозбереження та переробки будівельних відходів є важливою науково-технічною проблемою, вирішення якої вимагатиме проведення багатьох видів міждисциплінарних досліджень із застосуванням інформаційних технологій.

Однією із задач синтезу матеріалів є удосконалення методів розрахунків складу та параметрів технологічних процесів, що й обрано за мету роботи. Як методичне підґрунтя для досліджень використано авторській доробок з визначення інтегральної вартості будівельного проєкту [1]; досвід авторів роботи [2] з підвищення ефективності рециклінгу скляних відходів; методики експериментальних досліджень з армованих фібробетонів [3], які ґрунтуються на постановочних варіантах планування експерименту із застосуванням планів Бокса-Бенкена. Запропоновано узагальнений алгоритм синтезу суміші для фрагментального дорожнього ремонту з додаванням як сировини червоного шламу та продуктів руйнації, а саме механічно здрібненого бою силікатних матеріалів. За основу було взято рецептуру суміші [4], яка пройшла апробацію у реальних умовах на подвір'ї Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв). Її стійкість визначено часом і екстремальними умовами: на рисунку 1, а наведено світлину, зроблену взимку 2023 р. Алгоритм побудовано на принципах вибору та ранжування факторів з наступною постановкою експерименту з використанням трьохфакторного та трирівневого плану Бокса-Бенкена другого порядку. Як фактори розглянуто

масову частку ( $X_1$ ) і зернистість розмелу ( $X_2$ ) зруйнованої силікатної цегли та масову частку ( $X_3$ ) червоного шламу. Оптимальне поєднання цих показників впливає на адгезійну міцність та зниження собівартості суміші (рис. 1, б). Для реалізації алгоритму планування експерименту розроблено програмне забезпечення для написання якого застосовано мову програмування Python [5].



*a*



*б*

Рисунок 1 – Світлини покриття (*a*) і формувальної суміші (*б*):

*a* – фото, зроблене авторами, 2023; *б* – фото В. Ф. Царан

Висновок: в роботі показана доцільність застосування планів Бокса-Бенкена для розвитку методик планування експерименту з розв’язання задач синтезу матеріалів для будівництва з написанням програмного застосунку мовою Python.

### Список використаних джерел

1. Nakhimi M., Savina O., Bielova O., Haidaienko O. Method for determining the integrated value of a construction project. The scientific heritage, Budapest. 2021. Vol. 1, № 61 (61). P. 63–71.
2. Казимиренко Ю. О., Дрозд О. В. Системно-аналітичний підхід до підвищення ефективності рециклінгу виробничих скляних відходів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. 2022. № 29. С. 13–20.
3. Андрійчук О. В., Швець І. В. Методика експериментального дослідження зчеплення арматури з фібробетоном. Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві. 2019. № 12. С. 13–20.
4. Казимиренко Ю. О., Царан Ф. В. Розвиток нових технологій матеріалів як перспективний напрямок імобілізації червоного шламу. Фізико-хімічні проблеми в технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів: матеріали міжнародної науково-технічної конференції: X: ДІСА ПЛЮС 2020. С. 36–38.
5. Alyoshin S., Vorodina E., Kikot A., Zabran I. Особливості програмування та нові можливості мови програмування Python. Системи управління, навігації та зв’язку. 2018. Т. 4 (50). С. 95–98.