

Проведений аналіз дозволив сказати, що перелічені способи допомагають знизити енергопотреблення аеропорта і способують превращенню діючих терміналів в більш екологічні безпечні об'єкти для людини і оточуючої середовища. Такі технології дозволяють удосконалити якість мікроклімату в приміщеннях з великою кількістю людей. Так же це нове напрямлення в архітектурі, яке повністю змінює наше поняття про аеропорти, як про пункт пересадки. Використовуючи нові технології, ми отримаємо абсолютно нові об'єкти, куди хотілось би повертатися.

### Література

1. Peter J. McMahon @ Warren Sprague «New Airports Bring Community Benefits». Airport Technology International. s.55-57 (Zukovsky s. 202).
2. John Zukowsky. «Building For Air Travel», Munich-New York. The Art Institute of Chicago 1996.
3. Kate Nigl «High-use terminals» Passenger Terminal World Януарь 2000 (Supplement), s. 11-14.
4. Airport and Their Environment, CLM Systems, prepared for the U.S. Department of Transportation, September, 1972.

УДК 624.04

## ОПТИМІЗАЦІЯ ОСІ АРКИ

*Коваль Ю.В.*

*Науковий керівник – к.т.н., проф. Сорока М.М.*

**Анотація.** Розглядається розрахунок оптимальної осі арки за допомогою програмного комплексу ANSYS. Критерієм оптимальності є відсутність згинальних моментів у перерізах арки.

**Ключові слова:** арка, оптимальна вісь, ANSYS.

Основне завдання будівельної механіки - створення таких методів розрахунку конструкцій на міцність, стійкість і жорсткість, які забезпечували б безпеку споруд та їх економічність. Економічність конструкцій може бути досягнута за рахунок раціонального розподілу матеріалу, тобто, за рахунок оптимізації геометричних параметрів конструкції. Однією з таких конструкцій, які широко використовуються у будівництві, є арочні конструкції. Оптимальне

накреслення осі арки в залежності від навантаження може значно зменшити об'єм необхідного матеріалу.

Із курсу будівельної механіки добре відома задача знаходження раціональної осі тришарнірної арки, що завантажена вертикальним рівномірно розподіленим навантаженням [1]. Для того, щоб у перерізах такої арки не виникали згинальні моменти, вісь арки повинна мати накреслення балочної епюри моментів, тобто раціональна вісь арки повинна бути накреслена по параболі.

Метою даної роботи є визначення оптимальної осі арки при різних опорних закріпленнях і дії різного виду навантажень. Вісь арки будемо вважати оптимальною якщо у її перерізах будуть відсутні згинальні моменти.

Така постановка задачі відноситься до параметричної оптимізації. З математичної точки зору задача параметричної оптимізації зводиться до розшукування невідомого вектору змінних  $x_i$ , який мінімізує цільову функцію  $f(x_i)$ , при заданих обмеженнях у вигляді рівнянь і нерівностей. Змінні  $x_i$  називаються змінними проектування. До них можуть бути віднесені розміри поперечних перетинів елементів, зусилля в елементах, координати характерних вузлів конструкції. До обмежень-нерівностей відносяться граничні характеристики матеріалів, обмеження, пов'язані із конструктивними вимогами, вимоги невід'ємності деяких значень змінних проектування. До обмежень, що записуються у вигляді рівнянь, відносяться рівняння рівноваги, рівняння сумісності деформацій. В якості цільової функції може служити об'єм матеріалу в конструкції, що прямо пов'язано із її вартістю, накреслення осі конструкції, розподіл зусиль в елементах конструкції, величина навантаження.

Універсальний програмний комплекс ANSYS має у своєму складі модуль, що дозволяють розв'язувати задачі оптимізації [2-5]. Алгоритм пошуку оптимального варіанту коротко можна описати так:

- введення вихідних даних і початкових значень змінних проектування;
- розв'язок базової задачі (визначення зусиль і переміщень) при заданих параметрах;
- формування обмежень і цільової функції;
- перевірка цільової функції на мінімум;
- якщо перевірка не задовольняється, виконати коригування змінних проектування і перейти до п. 2;
- печать результатів оптимізації.

Для оптимізації осі арки в якості змінних проектування узяті значення ординат осі арки  $y$ . Обмеженням є границі зміни ординат

$0 \leq y_i \leq f$ , де  $f$  – стріла підйому арки. В якості цільової функції, що мінімізується, взята сума квадратів згинальних моментів у перерізах арки ( $f(y_i) = \sum M_i^2$ ). Зазначаючи на те, що арка і навантаження – симетричні, розглядалась лише ліва половина арки з врахуванням умов симетрії.

В якості вихідної взята схема безшарнірної арки у вигляді трикутника. На рис. 1 показані приклади оптимізації осі такої арки при дії двох навантажень. Ці приклади оптимізації, коли на арку діє рівномірно-розподілене навантаження (вертикальне і нормальне до осі), добре відомі. У цих випадках оптимізована вісь арки приймає вигляд дуги параболи і дуги кола.

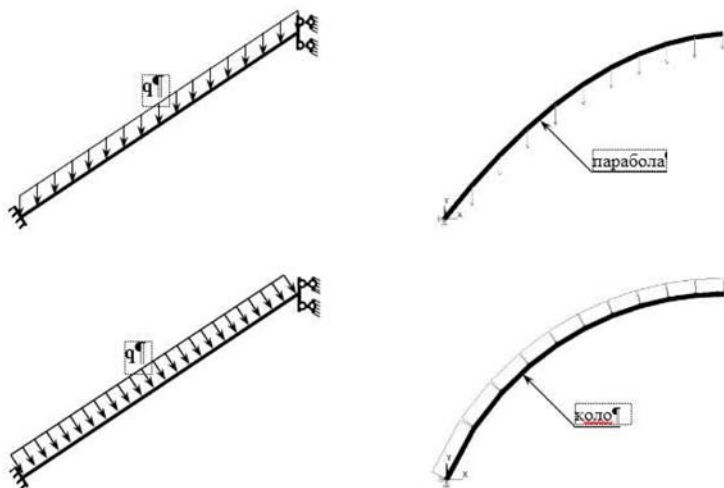


Рис. 1. Приклади оптимізації осі арки.

Наведені приклади показують, що програмний комплекс ANSYS має ефективні модулі параметричної оптимізації і дозволяє із мінімальними затратами часу знайти накреслення оптимальної осі арки. Оптимальне накреслення осі арки дозволяє значно знизити матеріалоемність і вартість арочних споруд.

#### Література

1. Дарков А.В. Шапошников Н.Н. Строительная механика. - М.: "Высшая школа", 1986., 607с.
2. Федорова Н.Н., Вальгер С.А., Данилов М.Н., Захарова Ю.В. Основы работы в ANSYS 17. - М.: ДМК Пресс, 2017. – 210с.
3. Басов К.А. ANSYS. Справочник пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640с.

4. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олиферьева М.А. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство. Изд. 2-е испр., М.: «Едиториал УРСС», 2004. – 272с.

5. ANSYS у задачах стійкості стрижневих систем [Навчальний посібник]/М.М. Сорока – Одеса: ОГАСА, 2017.- 141с.

УДК 691

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Козачук А., зр. ПСК - 362, Левицкий Д., зр. ПСК – 265,  
Усатая О., зр. ПСК – 266.*

*Научный руководитель – к.т.н., и.о. доц. Колесников А.В.*

**Исследованы возможности реконструкции пространственно-временных свойств процесса структурообразования строительного гипса методом обработки микроскопических изображений. Показано, что гистограмма изображения позволяет определять основные характеристики твердеющего материала – количество новообразований, объем внесенных зерен вяжущего, свободный объем.**

Одним из путей развития строительной индустрии на современном этапе является переход к производству и использованию вяжущих веществ, отличающихся высокими экологическими и энергосберегающими характеристиками. Таким требованиям удовлетворяют, в частности, композиты на основе гипса [1,2]. Они наиболее эффективны в технико-экономическом отношении. Однако, этим материалам свойственны также некоторые недостатки, ограничивающие их использование, наиболее существенным из которых является низкая водостойкость. Составление оптимальных гипсовых композиций позволяет усилить положительные качества этих материалов и в значительной степени устранить недостатки. Получение оптимальных гипсовых композиций невозможно без исследования процессов структурообразования гипсового вяжущего как в системе, так и индивидуально.

Образование структуры быстротвердеющих и, в частности, гипсовых, композитов, из пластично-вязкой массы (вяжущего теста) разного состава, содержащего вяжущее – гипс, наполнители и