

## ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ БАНДАЖІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ТРУБОПРОВОДІВ

Львов І.Г.

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Магістральні трубопроводи мають велике значення для ефективного функціонування галузі, що забезпечує різноманітні ринки енергетичними ресурсами: нафтою, природним газом та рідкими нафтопродуктами. З цієї причини, забезпечення їх безперебійної роботи і безаварійної експлуатації дуже важливо. На жаль, об'ємні дефекти поверхні, що виникають в результаті корозії або процесів ерозії-корозії можуть значно зменшити міцність трубопроводу. Застосування композитних матеріалів в передових ремонтних системах пошкоджених трубопроводів дає можливість зробити ремонт більш ефективним і не вимагає зупинки роботи трубопроводу[1].

Дана робота зосереджена на розробці методу вибору оптимальних параметрів композитних бандажів, які встановлюються на пошкоджених ділянках трубопроводів. Мета пошуку оптимальної конструкції полягає в забезпеченні рівно-міцної структури, таким чином, що максимальна інтенсивність напружень ремонтної зони, не відрізнятиметься від інтенсивності напружень на непошкоджених ділянках трубопроводу, параметри товщини і довжини бандажа варіюються. Розрахунок цільової функції в будь-якій точці допустимого безлічі змінних параметрів вимагає структурного аналізу з використанням методу скінченних елементів. Для таких задач доцільно використовувати прямі методи оптимізації, які вимагають тільки розрахунків цільової функції. Через високу складність обчислення цільової функції і великого числа елементів допустимого безлічі змінних параметрів застосовується метод Монте-Карло з генерацією чисел вибірки методом латинського гіперкуба [2] для знаходження мінімуму цільової функції.

Проведено аналіз напруженого стану системи трубопровід-бандаж з використанням методу скінченних елементів який реалізовано в програмному комплексі ANSYS. Значення цільової функції були отримані для кожного елемента вибірки і цільова функція була апроксимована за допомогою полінома другого порядку. Проблема оптимізації вирішена методом випадкового пошуку [3] мінімуму цільової функції, що імплементовано в програмний комплекс EDAOpt. Скінченно елементний аналіз конструкції з використанням знайдених оптимальних параметрів бандажу показав добру узгодженість з результатами апроксимації.

### **Література:**

1. Казакевич М.И. Проектирование металлических конструкций надземных промышленных трубопроводов. — К.: Будівельник, 1889. — 160 с.
2. Соболев И. М. Численные методы Монте-Карло. — М. : Наука, 1973. — 312 с.
3. Anderson R.L., Recent advances in finding best operating conditions /Anderson R.L.// Journal of the American Statistical Association. – 1953. – №48. – с. 789–798.