

С.О. КОЗЛОВ, О.І. ТРУБАЄВ, к.т.н., доц.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ТРУБОПРОВОДУ ЮЖНО-УКРАЇНСЬКОЇ АЕС

У роботі досліджувався залишковий ресурс ділянки трубопровідної системи конденсату Южно-Української АЕС (рис. 1) з урахуванням корозійно-ерозійного зносу і дії пульсації тиску потоку середовища, що транспортується.

Внутрішній тиск змінюється за законом

$$P_t = P_0 + P_1 \sin(\omega t) \quad (1)$$

де $\omega = 0,5\text{Гц}$, $P_0 = 14040\text{ Па}$, $P_1 = 1404\text{ Па}$. Товщина стінок трубопроводу зменшується від дії ерозії за законом

$$h_i = h_0 - \delta_i \quad (2)$$

де $\delta_i = a_i t$, h_0 – товщина стінки в початковий момент часу експлуатації; a_i – швидкість ерозійного зносу для прямолінійних ($i=1$) і криволінійних ($i=2$) ділянок; t – кількість років експлуатації трубопроводу.

Аналіз системи проводився за допомогою методу скінчених елементів. Була побудована скінчено-елементна модель системи що використовує оболонкові елементи shell 281.

У таблиці 1 представлені власні частоти системи, де N - рік експлуатації, K - номер частоти.

Таблиця 1

Власні частоти в залежності від року експлуатації(Гц)

$N \backslash K$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.01	1.17	1.76	2.05	2.18	2.83	3.05	3.83	4.12	4.36
7	0.945	1.09	1.66	1.9	2.02	2.63	2.81	3.6	3.85	4.12
14	0.86	0.98	1.57	1.73	1.83	2.47	2.5	3.3	3.58	3.81

Через 31 рік експлуатації трубопроводу величина відносних змін його перших 10 власних частот в порівнянні з їх початковим значенням складе від 27% до 33%. (рис. 2)

Був проведений аналіз напружень при зміні товщини стінок трубопроводу. Визначено місце максимальних напружень, яке знаходиться в трійниковому з'єднанні та значення середніх напружень і амплітуд при періодичному навантаженні.

Для визначення залишкового ресурсу використовували лінійну теорію накопичення пошкоджуваності при $\sigma_{ai} > \sigma_{-1ki}$ [1]

$$z_i = N_i \frac{\sigma_{ai}^m}{\sigma_{-1ki}^m N_0} \quad (3)$$

Оцінка залишкового ресурсу з урахуванням ерозійно-корозійно зносу проводилася на 14-му році експлуатації. Передбачалося, що при подальшій роботі системи закон стоншення стінок не змінюється. Для визначення ресурсу обчислювалась функція накопичення пошкоджуваності до досягнення нею межі $z = 1$, що буде означати руйнування системи. Відповідне значення параметра t з формули (3) буде ресурсом системи. За отриманими даними було зроблено розрахунок в програмному комплексі GNU Octave. За результатами розрахунку руйнування настане через 17 років.

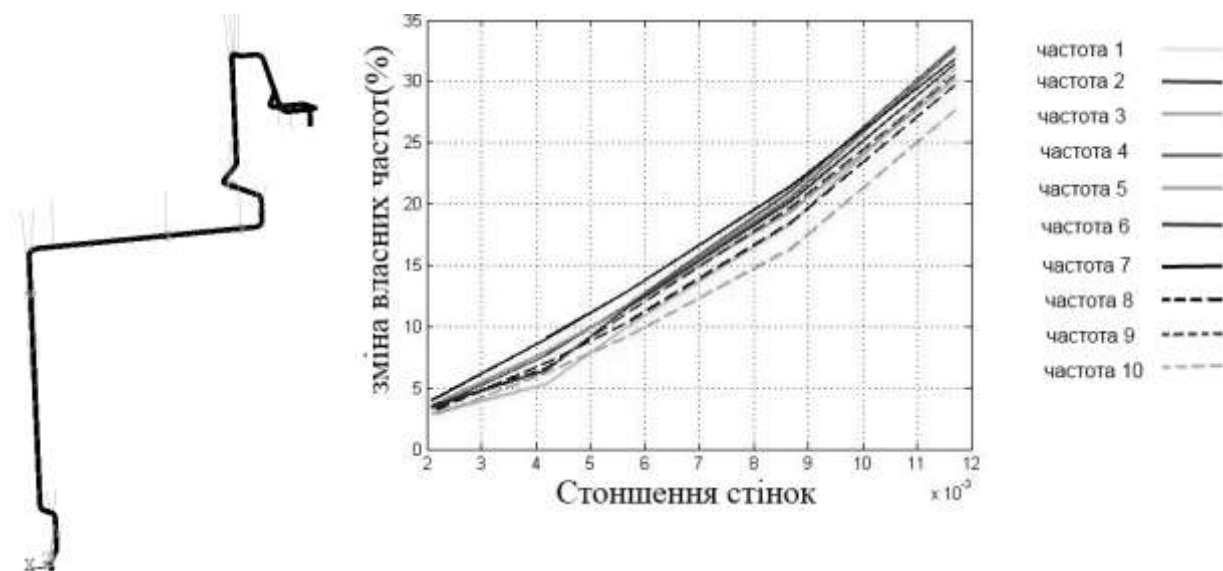


Рис. 1. Загальний вигляд системи
 Рис. 2. Залежність власних частот від стоншення стінок

Список літератури: 1. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. «Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность». Москва. Машиностроение 1985.223с