

## РОЗРОБКА ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ БАГАТОСТУПЕНЕВИХ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

*М.С.Самойлик, В.Г.Неня*

Визначення динамічного стану машин на стадії проектування завжди було завданням важливим та актуальним, оскільки забезпечення показників надійності та довговічності машин є одним із основних. Відцентрові багатоступеневі насоси є дуже поширеним класом машин. Традиційно для визначення та прогнозування їх динамічного стану моделюється динамічний стан ротора. Значні успіхи у цьому напрямку досягнуті школою проф. Марцинковського В.А. Останнім часом поширюється тенденція застосування горизонтальних насосних систем типу Redo. При цьому досконалі насосні агрегати, які використовувалися раніше для роботи у свердловинах застосовуються у наземних умовах при горизонтальному виконанні. Для таких насосів моделювання динамічного стану недостатньо виконувати у умові жорсткого корпусу. Подовжений корпус, набраний із окремих, стягнутих шпильками, секцій не забезпечує необхідної жорсткості і податливість його необхідно враховувати.

Складність конструкції як по складу елементів, так і по їх кількості та способам з'єднання, не дозволяє для моделювання використовувати складні програмні продукти. З іншого боку це і недоцільно з огляду на незавершеність розробки геометричної моделі складових на початкових стадіях проектування і необхідності постійного аналізу динамічних характеристик. Виходом із такого становища може бути використання моделювання на макрорівні, при якому використовуються узагальнені характеристики елементів.

Аналіз програмних засобів макромоделювання показав, що воно вимагає опису елементів за допомогою потокових та різницевих змінних. Для цього процеси коливань елементів описуються у термінах швидкостей та сил (кутових швидкостей та моментів сил).

Для ряду елементів, із яких складається конструкція насоса, моделі коливань представлені у виді диференційних рівнянь у часткових похідних. Для переходу до зручного опису через вузлові значення запропоновано як доцільний використовувати апроксимації за методами кінцевих елементів, при яких безперервний розподіл параметрів замінюється через вузлові значення параметрів та значення похідних у них при вибраних законах розподілення змінних.

Модель коливальної системи відцентрового насоса складається із послідовно і паралельно з'єднаних між собою моделей таких елементів: пружних ділянок вала, як це традиційно виконується, наприклад, у методі початкових параметрів, плоских кільцевих мембран та циліндричних оболонок, стержнів, що стягують усю конструкцію. Моделі елементів складають загальну модель автоматично. Моделювання виконується у реальному часі.