

УДК 534.014.2:621.165

## **НЕЛІНІЙНІ КОЛИВАННЯ ЛОПАТОК РОБОЧИХ КОЛІС ТУРБОМАШИН З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНОГО КОНТАКТУ В РОЗ'ЄМНОМУ БАНДАЖНОМУ З'ЄДНАННІ**

**В.Г. БУДРІКІС<sup>1\*</sup>, О.О. ЛАРІН<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> студент кафедри ДММ, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

<sup>2</sup> доцент кафедри ДММ, кандидат техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

\*email: budr245@gmail.com

Серед різних відмов, що відбуваються в парових турбінах, велике поширення мають поломки, викликані підвищеним рівнем вібрацій. Зазначені відмови найчастіше формуються в лопатковому апараті робочих коліс. Отже надійність лопаткового апарату є важливою умовою тривалої безаварійної роботи в цілому турбомашини.

Надійна робота лопаткового апарату багато в чому визначається характеристиками між лопаткових з'єднань: бандажного чи проміжного демпферного зв'язку, замкового з'єднання лопаток в диску.

У сучасному турбобудуванні для підвищення жорсткості довгих лопаток циліндру низького тиску та вентиляторів використовують міжлопаткові зв'язки, що представляють собою роз'ємні з'єднання. При цьому слід відзначити, що характеристики динаміки і міцності зазначених лопаткових апаратів істотно залежать від особливостей контактної взаємодії у роз'ємному з'єднанні. Разом із тим в процесі роботи лопаткові апарати зазвичай знаходяться під суттєвим динамічним навантаженням, яке призводить до їх вібрації і як наслідок до можливості динамічної зміни в контактному з'єднанні, а також до його поступового зносу.

В даній роботі використовуючи сучасні програмні комплекси інженерних розрахунків, були побудовані параметричні моделі лопаток робочого колеса 4 ступені циліндру низького тиску парової турбіни та розроблені алгоритми автоматизованої побудови їх тривимірної геометрії. Вони імплементовані у вигляді скриптового програмного забезпечення на мові APDL. Наявні моделі дозволяють вивчати статичну міцність, проводити аналіз спектру власних частот коливань, а також проводити дослідження вимушених коливань. Дослідження нелінійних коливань даних лопаток проводиться на основі безпосереднього інтегрування рівнянь динаміки цієї системи та дозволяє робити якісні висновки про ефекти, що реалізуються в процесі їх нелінійних вібрацій, а також оцінити ступінь адекватності лінеаризованих моделей і сформулювати рекомендації щодо їх побудови.