

## **АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕСОРА ГПА З ВРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ АКТИВНИХ МАГНІТНИХ ПІДШИПНИКІВ**

**Мартиненко Г.Ю., Кучма М.В.**

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

Активний магнітний підшипник є складним електротехнічним пристроєм, що складається з електромагнітів і системи автоматичного управління напругами в їх обмотках. Для вирішення завдань управління шляхом попереднього моделювання поведінки системи в цілому необхідна математична модель керованого електромагніту, що описує нелінійний характер генеруємих електромагнітних сил. Дані сили впливають на ротор електричної машини і забезпечують тим самим безконтактний електромагнітний підвіс, що дозволяє забезпечувати безперебійну роботу з високою швидкістю обертання.

У практичних цілях активні магнітні підшипники (АМП) знайшли застосування, в першу чергу, в якості підшипників для підвісу роторів високошвидкісних електричних машин, що працюють в умовах, які не допускають використання традиційних підшипників кочення або ковзання. Так, наприклад, газоперекачувальні агрегати (ГПА) газотранспортної системи, що обладнані електромагнітним підвісом ротора, не потребують щоденного обслуговування, можуть функціонувати при екстремально низьких температурах і в умовах підвищеного радіоактивного фону. Іншою областю застосування АМП є випробувальні стенди авіаційних двигунів. Оскільки швидкості, які повинні розвиватися стендом для перевірки характеристик двигунів, високі, то застосування традиційних підшипників є неефективним.

Моделювання АМП можливе з використанням спеціальних скінченних елементів, які враховують різні характеристики (жорсткість, демпфування, температура, опір тощо) залежно від аналізу, який необхідно застосувати.

В даній роботі наведено порівняння результатів статичних та динамічних розрахунків ротора турбокомпресора ГПА, проведених в двох програмних комплексах ANSYS Student та AxSTREAM Rotor Dynamics, з метою виявлення можливостей їх застосовності для даних типів розрахунків з урахуванням АМП.

Для розв'язання задачі були побудовані скінченноелементні моделі ротора. З їх використанням спочатку проведено статичний аналіз, який показав що побудовані моделі в двох програмних комплексах ідентичні. Далі розв'язано задачу про вимушені коливання ротора під дією відцентрових сил, що викликані незрівноваженістю. В результаті отримано частоти і форми власних коливань ротора та значення його критичних швидкостей, як на жорстких, так і на пружних опорах, які відповідають характеристикам магнітних підшипників.

Порівняльний аналіз виявив незначну розбіжність результатів, пов'язану з врахуванням геометричних особливостей моделей навісних елементів. Обидва комплекси дозволяють аналізувати роторну динаміку, але при цьому ANSYS є більш варіативним щодо моделювання окремих елементів, а AxSTREAM відрізняється повнотою відображення характеристик роторної динаміки.