

Секція динаміки та міцності
**ВПЛИВ ГІРОСКОПІЧНИХ МОМЕНТІВ НА ДИНАМІКУ
РОТОРІВ ТУРБОКОМПРЕСОРНИХ АГРЕГАТІВ**

*Симоновський В. І., проф., доктор техн. наук, СумДУ,
Равлюк Л.Ю., студентка гр. ДМ-41, СумДУ*

Турбокомпресори - клас енергетичних машин, що забезпечують видобуток і транспортування газу. Біля однієї третини турбокомпресорів, що працюють на територіях України, Росії, Казахстану й Туркменії, випускається в СМПО ім. Фрунзе. Забезпечення високого рівня вібронадійності турбокомпресорів є однією з найважливіших проблем всесвітньої енергетики.

Необхідною умовою вібронадійності турбокомпресорів є відстроювання від критичних частот, що повинно бути забезпечено вже на стадії проектування. Ця проблема посилюється тією обставиною, що турбокомпресори працюють не на одній фіксованій частоті, а на діапазоні частот, причому, як правило, цей діапазон розташований між першою та другою критичними частотами. Тому необхідна висока точність динамічних розрахунків, що забезпечують прогноз із вірогідністю, оцінюваною всього декількома відсотками.

Одними з факторів, що впливають на величини критичних частот, є так звані гіроскопічні моменти сил інерції робочих коліс при синхронній прецесії ротора. Врахування цих моментів приводить до уточнення критичних частот у бік підвищення. При цьому в розрахункову схему ротора необхідно ввести величини масових діаметральних моментів інерції коліс, розрахунок яких у зв'язку зі складністю конструкції напрямних лопаток і покривних дисків, виявляється досить складним. Інженерові-розраховувачеві необхідно знати, у яких випадках моментами інерції можна знехтувати, коли припустимо їх підрахувати спрощено, а коли необхідний досить точний розрахунок.

У роботі проведено аналіз впливу гіроскопічного момента в двохпорній схемі однодискового ротора. Показано, що, на відміну від консольної схеми, де урахування гіроскопічного момента має межу, що дорівнює подвоєному значенню першої критичної частоти (підрахованої з урахуванням гіроскопічного момента), для двохпорного ротора похибки теоретично не мають обмежень.

В результаті проведеної серії розрахунків типових конструкцій турбоагрегатів можна зробити висновок, що для двохпорних моделей роторів турбокомпресорів гіроскопічними моментами можна знехтувати, або ж проводити обчислення моментів інерції робочих коліс за спрощеними формулами. У випадку роторів з консольними елементами потрібні більш точні обчислення, з урахуванням гіроскопічних моментів. Особливо це стосується роторів турбінних двигунів.

Секція динаміки та міцності

Слід також звернути увагу на той факт, що вплив гіроскопічних моментів для роторів з консольними елементами виявляється значно більшим (в порівнянні з впливом на першу критичну) на величини другої або ж третьої критичних частот. Такі ж закономірності спостерігаються і для роторів турбокомпресорів без значних консольних елементів.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НЕУРАВНОВЕШЕННОГО РОТОРА В НЕУСТОЙЧИВОЙ ОБЛАСТИ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ

*Симоновский В. И., проф., доктор техн. наук, СумГУ,
Ночовный В. Н., студент гр. ДМ-31, СумГУ*

В роторах центробежных машин вследствие гидродинамических реакций жидкостного слоя в уплотнениях и подшипниках скольжения при определённых условиях может иметь место потеря устойчивости и развитие автоколебаний, имеющих частоту, отличную от частоты вращения ротора. В некоторых случаях доводки крупных центробежных насосов при потере устойчивости уровень вибраций значительно превышал допустимый. Для подобных машин сам факт потери устойчивости считался аварийным и практическая задача заключалась в таких изменениях параметров конструкции, при которых обеспечивалась бы устойчивая работа ротора во всём диапазоне рабочих частот вращения. В то же время в роторах некоторых типов центробежных машин потеря устойчивости сопровождается автоколебаниями сравнительно невысокой амплитуды, при этом общий уровень вибраций оказывается в допустимых пределах. Поэтому задача исследования нелинейных колебаний ротора, в частности, анализ автоколебательных явлений, представляет практический интерес, поскольку выявление частот, соответствующих автоколебаниям в спектре вибрации позволяет установить сам факт потери устойчивости.

Исследование таких сложных колебательных процессов в роторах, как сочетания синхронной прецессии с автоколебательными наложениями, весьма трудно поддаётся аналитическому обозрению. Сравнительно простые способы аналитической оценки амплитуд и частот автоколебаний получены лишь при рассмотрении уравновешенного ротора, без синхронной прецессии, вызываемой дисбалансами. Исследование же динамики роторов без указанных упрощений и с учётом различного рода нелинейностей требует численного интегрирования дифференциальных уравнений движения ротора.

В настоящей работе выполнены численные эксперименты над одномассовой моделью типичной конструкции ротора центробежного насоса. Для данного ротора были рассчитаны безразмерные параметры математической модели. Относительный коэффициент сопротивления вне щелевых уплотнений и относительный эксцентриситет варьировались для выяснения влияния сопротивления вне щелевых уплотнений и влияния