

АНАЛИЗ СОВМЕСТНЫХ РАДИАЛЬНО – ОСЕВЫХ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА С СИСТЕМОЙ АВТОЗАГРУЗКИ

Мазуренко И. В., студентка

Проблема динамики роторов высоконапорных центробежных роторов очень актуальна в наше время, особенно когда речь идет о взаимосвязи осевых и радиальных колебаний ротора. Осевые силы, действующие на ротор насоса, могут достигать десятков тонн, поэтому необходимо уравновешивание этих сил. Оно достигается с помощью автоматических устройств. Основными элементами систем автозагрузки являются цилиндрический и торцовый дроссели, разделенные камерой. Проводимость цилиндрического дросселя с постоянным средним радиальным зазором зависит от радиальных смещений ротора относительно его оси, то есть радиальных колебаний. Проводимость торцового дросселя при отсутствии угловых колебаний определяется величиной торцового зазора, то есть осевыми колебаниями ротора. С этого видна зависимость между осевыми и радиальными колебаниями ротора. Так как узел автоматической загрузки высоконагруженный, необходимым является тщательный анализ динамических процессов для обеспечения его надежной работы.

Первым шагом в работе является анализ осевых колебаний. Для проведения полного анализа колебаний был выполнен статический расчет автоматического устройства, в результате которого получили статические характеристики для ламинарных и турбулентных режимов течения жидкости. Графики показывают, насколько большое влияние имеет эксцентриситет на ламинарных режимах течения. Был выполнен подробный анализ осевых колебаний ротора, в результате которого получили дифференциальные уравнения колебаний для ламинарного и турбулентного режимов течения жидкости. Так же оценили устойчивость колебаний с помощью критерия Гурвица.

Вторым шагом данной работы является анализ радиально-осевых колебаний ротора центробежного насоса. В эту часть работы входит вывод самих совместных колебаний, а также получение амплитудных и фазовых частотных характеристик.

Для вывода уравнения использовали ранее полученные уравнения осевых колебаний для ламинарного и турбулентного режимов течения жидкости. Для упрощения решения было предположено, что рассматривается осесимметричная модель ротора, для которой все радиальные направления равноценны. Получили уравнения операторов системы ротор - уравновешивающее устройство, которые учитывают совместность радиальных и осевых колебаний. Анализ динамики системы ограничился вынужденными колебаниями ротора. С помощью критерия Рауса – Гурвица

для полиномов с комплексными коэффициентами исследовали устойчивость данной системы.

Для построения амплитудных и фазовых частотных характеристик использовали ранее полученные уравнения операторов, которые характеризуют совместные радиально - осевые колебания. Также учитывается начальный эксцентриситет ротора и смещение центра диска. Как результат этого этапа выполнения работы были построены амплитудные характеристики радиальных и осевых колебаний, возбуждаемые гармоническими колебаниями давления нагнетания, а также возбуждаемые силой инерции неуравновешенной массы. Из анализа характеристик можно предположить, что увеличение давления нагнетания несколько увеличивает критические частоты системы. Вторые критические частоты практически не появляются.

В заключение можно сделать ряд выводов.

Осевые и радиальные гидродинамические силы, возникающие в дросселирующих зазорах уравнивающего устройства, взаимосвязаны. Системы автоматической разгрузки выполняют одновременно функции бесконтактного саморегулируемого концевое уплотнения и радиально-упорного гидростатического подшипника.

Данная простая модель ротора с системой уравнивания позволяет оценить критические частоты вращения ротора и амплитуды его вынужденных колебаний.

Существенное влияние на критические и амплитудные частоты имеет конусность кольцевого канала: конфузорность повышает критические частоты и снижает резонансные амплитуды, а диффузорность оказывает обратный эффект. Поэтому во время проектирования нужно обеспечивать достаточную жесткость элементов конструкции, чтобы избежать конфузорности каналов из-за возможных силовых и температурных деформаций.

На частотах вращения, совпадающих с какой-либо собственной частотой, резонансные амплитуды этих колебаний могут превышать допустимые пределы, поэтому определение критических частот вращения и отстроя от них имеет важное практическое значение.

Работа выполнена под руководством профессора Марцинковского В. А.

Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій, м. Суми, 23-26 квітня 2013 р.: у 2-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. - Суми : СумДУ, 2013. - Ч.1. - С. 119-120.