ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСАХ НА КЛАСТЕРЕ ПНИПУ

Писарев П.В. , Модорский В.Я.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Проблема по снижению интенсивности колебательных процессов существует во многих отраслях в частности, в топливных системах питания космических летательных аппаратах, в системах отопления и горячего водоснабжения, в пищевой, химической промышленности, при перекачке нефти и нефтепродуктов. В частности известно, что возникновение пульсаций давления в свободных объемах улитки первой и второй ступеней центробежных насосов ТНА ЖРД может негативно влиять на динамику тяги двигателя и приводить к непрогнозируемым динамическим эффектам.

В данной работе на базе вычислительного эксперимента с использованием многопроцессорной вычислительной техники, исследуются влияние конструктивных и технологических параметров (положение лопастных колес друг относительно друга, расхода рабочей жидкости через первую и вторую ступени, геометрических характеристик соединительного канала) на колебательные процессы в двухступенчатом центробежном насосе с промежуточным отбором.

Для решения задачи по исследованию колебательных режимов разработаны численные модели двухступенчатого центробежного насоса, которые позволяют на этапе проектирования определить характеристики колебательных режимов с различной степенью детализации проточного тракта. Данные модели учитывают характерные особенности колебательной системы «вход – проточный тракт насоса первой ступени – рабочее колесо первой ступени – соединительный канал – рабочее колесо второй ступени – проточный тракт насоса второй ступени – выход». При этом учитываются скорость вращения, неравномерность потока на входе и выходе из соединительного канала, возможность реализации различных вариантов конструкции, волновые процессы в гидродинамическом объеме соединительного канала и т.д.

При рассмотрении полученных результатов расчета выяснилось, что амплитуда колебаний давления ΔP на в ходе в соединительный канал, наибольшая в том случае, когда угол сдвига фаз φ равен π. В тоже время наименьшая амплитуда колебаний давления наблюдается при угле сдвига фаз φ равно 0.

Для данного класса задач так же проводилось исследование масштабируемости. Количество используемых ядер варьировалось от 2 до 128. Расчеты проводились на расчетных сетка различной размерности.

Выводы:

1. Выявлена зависимость параметров колебательных процессов от длины канала, отношения площадей выходных сечений, угла установки колес друг относительно друга, скорости вращения и конструктивного оформления входа в соединительный канал.
2. Обнаружено влияние угла сдвига фаз φ на характеристики колебательных процессов в соединительном канале и прилегающих объемах модельного двухступенчатого центробежного насоса
3. Проведен анализ масштабируемости данного класса задач.