

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТОРЦОВОГО ЗАТВОРНОГО УПЛОТНЕНИЯ

*Э.Г. Кузнецов, В.Г. Неня., А.Е. Чернов*

Надёжная и эффективная герметизация роторов центробежных насосов, перекачивающих взрывоопасные, токсичные, легкокипящие жидкости, обеспечивается только за счёт применения двойных торцовых уплотнений (тандемных или затворных). Такие уплотнения позволяют полностью предотвратить утечку уплотняемого продукта в окружающую среду за счёт подачи в камеру между уплотнениями затворной среды, нейтральной по отношению к перекачиваемому продукту и к окружающей среде. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция в использовании в роторных машинах двойных торцовых уплотнений, работающих на газовой смазке. Это обусловлено существенным (в несколько раз) увеличением ресурса и надёжности уплотнений вала, снижением затрат на эксплуатацию и обслуживание машины.

На первом этапе проектирование подобных торцовых газовых затворных уплотнений формируется математическая модель, описывающая течение газа в каналах уплотнения. Полученные в результате составления математической модели дифференциальные уравнения, как правило, замкнутого аналитического решения не имеют и их приходится решать численно, вводя в модель ряд упрощающих задачу допущений. Численное решение в дальнейшем используется в последующих этапах проектирования.

В работе представлен способ математического моделирования работы торцового газового затворного уплотнения, основанный на условном разделении узла уплотнения как технической системы на отдельные элементы: торцовые, цилиндрические, радиальные и т.п. каналы. Для каждого из каналов формируются уравнения, определяющие связывающие параметры текущей в нём среды во входном и выходном сечениях. Элементы объединяются в общую математическую модель применением сетевых законов Киргофа. Такое структурирование задачи и методика ее реализации позволяет отойти от необходимости вывода и решения громоздких общих уравнений и обойтись записью простейших, известных из курса технической гидромеханики зависимостей для каждой из структурных единиц узла уплотнения. Путём последовательного применения такого подхода ко всем составляющим уплотнения получена целостная модель, позволяющая не только определить основные характеристики проектируемого уплотнения, но и провести исследование влияния на работу узла геометрических параметров деталей, гидравлических характеристик вспомогательных трактов и условий эксплуатации. Результаты моделирования оформляются в виде сравнительных таблиц, графиков изменения параметров и пакета видеороликов, отображающих работу уплотнения в динамике. Модель разработана с помощью объектно-ориентированной программной среды моделирования Model Vision Studium.