

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ АНАЛИТИЧЕСКОЙ И ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛЕЙ ТОРЦЕВОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО УПЛОТНЕНИЯ

Бенедюк М.А.¹, Фалалеев С.В.¹, Бадыков Р.Р.¹

¹Самарский университет, г. Самара, maximbenedyuk@mail.ru

Ключевые слова: уплотнение опоры, торцовое газодинамическое уплотнение, распределение давления в зазоре, численная модель, аналитическая модель.

В данной работе изложен процесс и результат сравнения расчетов аналитической и численной моделей торцевого газодинамического уплотнения (ТГДУ) на установившемся режиме работы газоперекачивающего агрегата. Главной задачей является подтверждение точности на основе ранее верифицированной численной модели [1] результатов аналитического расчета для его модификации, что позволит вычислить распределение давления в зазоре на этапе пуска турбомашины.

Одним из факторов, влияющих на ресурс уплотнительного узла, а следовательно, и ресурс энергетической установки является контакт вращающегося и не вращающегося колец уплотнения на переходных и неустойчивых режимах работы. Решением данной проблемы может являться применение системы активного регулирования зазора посредством осевых электромагнитов. Расчет распределения давления газового слоя на данных режимах работы позволит вычислить силы, действующие на кольца уплотнительной пары, которые, в свою очередь, необходимы для создания управляющей программы электромагнитами.

Программа аналитического расчета написана ранее Фалалеевым С.В. и Бондарчуком П.В. в пакете прикладных программ Matlab. Данная программа учитывает уравнение распределения давления газа для осесимметричного течения через плоскопараллельную щель [2].

В табл. 1 представлены основные исходные данные для проведения расчета распределения давления в щели ТГДУ.

Таблица 1 – Исходные данные для проведения расчета распределения давления газового слоя в щели ТГДУ

Параметр	Значение
Наружный радиус уплотнения, мм	77,78
Внутренний радиус уплотнения, мм	58,42
Радиус канавок, мм	69
Наружное давления, МПа	4,585
Внутреннее давление, МПа	0,101
Скорость вращения, об/мин	10380

В результате расчета получено распределение давления в щели ТГДУ. На рис. 1 приведены результаты расчетов, где P_{FE} и P_A – результаты численного и аналитического расчетов соответственно.

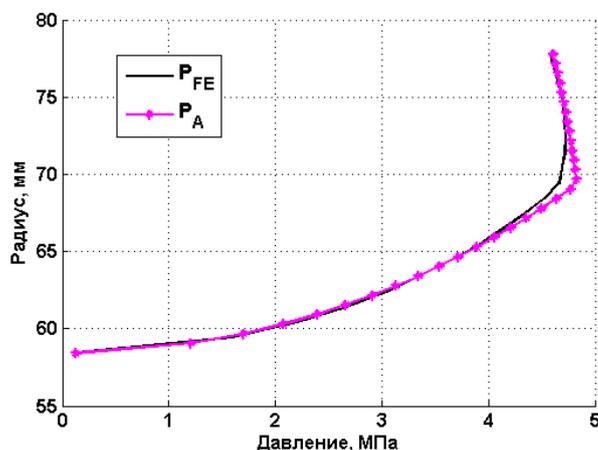


Рисунок 1 – Распределение давления газа в щели по радиусу

Для сравнения полученных данных использовались результаты численного расчета стационарной газодинамической модели аналогичного уплотнения. Максимальное значение давления наблюдается на радиусе расположения канавок, что соответствует принципу работы уплотнения. Установлено, что наибольшая разница значений составляет 2,1%. Результаты исследования позволяют в дальнейшем использовать созданную аналитическую модель ТГДУ в пакете программ Matlab для ее модификации и изучения условий работы уплотнения на переходных режимах энергетической установки.

Список литературы

1. Бадыков, Р.Р. Исследование сопряженных динамических процессов в торцевых газодинамических уплотнениях: дис. ... канд. тех. наук: 01.02.06: защищена 17.04.20 / Бадыков Ренат Раисович. – Самара: СГАУ, 2020. – 176 с.
2. Фалалеев, С.В. Торцевые газодинамические уплотнения: монография / С.В. Фалалеев, Новиков Д.К., Балякин В.Б., Седов В.В. – Самара: Самарский научный центр Российской академии наук, 2013. – 300 с.

Сведения об авторах

Фалалеев С.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой КиПДЛА. Область научных интересов: опоры и уплотнения с газовой и жидкостной смазкой для роторов авиационных двигателей и энергетических установок; моделирование сопряженных процессов в узлах и системах двигателей.

Бадыков Р.Р., к.т.н., доцент. Область научных интересов: торцевые газодинамические бесконтактные уплотнения; активные магнитные подшипники.

Бенедюк М.А., магистрант. Область научных интересов: торцевые газодинамические бесконтактные уплотнения; активные магнитные подшипники.

COMPARISON OF THE CALCULATION RESULTS OF THE ANALYTICAL AND NUMERICAL MODELS OF THE MECHANICAL DRY GAS FACE SEAL

Benedyuk M.A.¹, Falaleev S.V.¹, Badykov R.R.¹

¹Samara University, Samara, Russia, maximbenedyuk@mail.ru

Keywords: bearing seal, mechanical dry gas face seal, pressure distribution in the gap, numerical model, analytical model.

This paper describes the process and the result of comparing the calculation of the analytical and numerical models of the mechanical dry gas face seal in a stable mode of operation of the gas-compressor unit. The main task is to confirm the accuracy on the basis of an earlier verified numerical model of the results of an analytical calculation for its modification, which will allow us to calculate the pressure distribution in the gap at the stage of starting the turbomachine.