



УДК 621. 62. 13: 15

Бондаренко Г.А., к.т.н, проф., Бага В.Н., аспірант,

СумГУ "Сумський державний університет", г. Суми, Україна

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ЛАБИРИНТНОМ УПЛОТНЕНИИ

Принято рассматривать лабиринтное уплотнение как ряд последовательно установленных отверстий с острыми кромками. Данное положение весьма приближенно, поскольку в обычном лабиринтном уплотнении острая кромка находится лишь с одной стороны, щель кольцевая, имеет место вращение вала, объем за каждым гребнем ограничен расширительными камерами, и т. д. Для расчетов протечки используется формула для определения расхода через отверстие с острой кромкой, дополненная экспериментальными коэффициентами, учитывающими тип уплотнения, размеры камер, форму гребней [1 – 3]. Однако эти данные получены на имитационных установках, обычно плоских, без учета формы кольцевого зазора, вращения вала, наличия закрутки потока на входе и др. Такой эмпирический подход используется вплоть до настоящего времени. Системные исследования таких уплотнений не проводились. Поэтому была поставлена цель – уточнить представления о течении газа в лабиринтных уплотнениях с учетом факторов ранее не учитываемых и дать рекомендации по их проектированию.

Одновременно проводилось численное и физическое исследования на различных диаметрах вала. Основными искомыми параметрами являлись величина протечки и распределение давления по длине уплотнения. Физическое исследование проводилось на универсальном экспериментальном стенде [4], а численное с использованием газодинамического программного комплекса [5]. Задача решалась в осесимметричной постановке, модель течения – полностью сжимаемая жидкость, модель турбулентности $k - \epsilon$.



По результатам проведенных исследований было отмечено удовлетворительное согласование между значениями коэффициента расхода для отверстия с острой кромкой по рекомендуемым источникам и по полученным с помощью программного комплекса. Показана неправомерность рассмотрения лабиринтного уплотнения как систему отдельных щелей, поскольку истечение из единичной щели в свободное пространство имеет существенно иной характер течения. Выявлены аномальные явления в проточной части многощелевого лабиринтного уплотнения, в виде флуктуаций скорости, объясняемое различными режимами вихревого течения. Уточнено значение условного коэффициента расхода лабиринтного уплотнения, установлена его зависимость от ряда геометрических и режимных параметров ранее не учитываемых. Предложены оптимальные значения высоты гребней h и шага t уплотнения, показано, что принятое отношение t/h не всегда является корректным. Предложена усовершенствованная конструкция лабиринтного уплотнения с переменным шагом, имеющая значение величины протечки на 30 % ниже по сравнению с базовым вариантом.

Список литературы:

1. Щегляев А. В. *Паровые турбины*. Издание 4-е. М.: Энергия. – 1967. – 301 с.
2. Орлик В. Г. *Расходные характеристики уплотнений с одиночным и групповым дросселем*. М: "Тяжелое машиностроение". – № 9. – 1993. – С. 4 – 7.
3. Дейч М. Е. *Техническая газодинамика*. Изд. 2. М: "Энергия". – 1974. – 592 с.
4. Бага В.Н. *О физическом моделировании лабиринтного уплотнения*. Том 1. Журнал инженерных наук. – № 1. – С. 1 – 7. – 2014.
5. Baga V. N. *Flow simulation in a labyrinth seal* / G. A. Bondarenko, V. N. Baga, I. A. Bashlak // *Applical Mechanics and materials*. – Trans Tech Publications. Switzerland 2014. – Vol 630 (2044). – p.p. 234 – 239.



*Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці"
Секція I
"Технічна гідромеханіка"*