

турбины, ее мощности и термодинамических параметров цикла.

Выполненные опытные исследования на пилотной модели водородной камеры сгорания позволили определить величины абсолютной температуры перегрева пара в зависимости от его относительного расхода. Относительный расход представляет собой отношение расхода основного пара к расходу водород-кислородной смеси. Результаты приведены на рисунке 2.

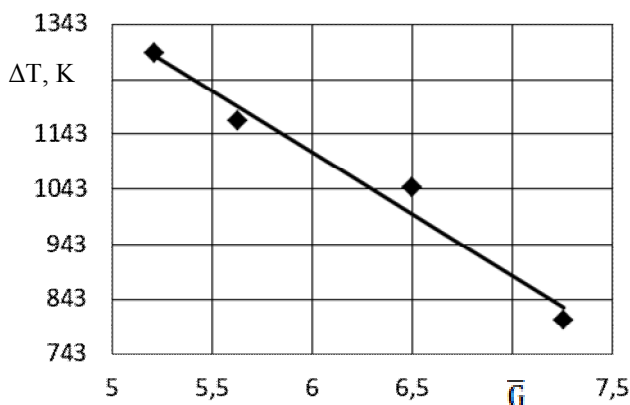


Рис. 2. Зависимость абсолютной температуры перегрева пара от его относительного расхода

Взаимодействие основного потока пара с высокотемпературным факелом продуктов

УДК 621.822.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В СМАЗОЧНОМ СЛОЕ РАДИАЛЬНОГО СЕГМЕНТНОГО ГАЗОВОГО ПОДШИПНИКА

Бесчастных В.Н

ОКБ ГТУ наземного применения ОАО «Сатурн ГТ», г. Москва

SIMULATION OF LUBRICANT FLOW IN THE RADIAL SEGMENT OF THE GAS BEARING

Beschastnykh V.N. Public Joint-stock company "Saturn GT". Examines method of air flow simulation in gas-bearing segment layer of lubrication and its experimental verification.

Основное уравнение газовой смазки - уравнение Рейнольдса в силу нелинейности не имеет общего аналитического решения. Существуют лишь решения для частных случаев течения в смазочном зазоре подшипника бесконечной длины. При выводе уравнения Рейнольдса используются уравнения движения (Навье-Стокса), уравнения неразрывности, состояния и баланса энергии.

сгорания водорода в кислороде (высокотемпературным перегретым паром) позволяет сформировать равномерное поле температуры на выходе из камеры сгорания и увеличить полноту сгорания до значений 0,999.

Библиографический список

1. Пиралишвили, Ш.А. Аэродинамика закрученного потока в вихревых горелках [Текст] / Ш.А. Пиралишвили, А.И. Гурьянов, Ахмед Мамо Демена, С.М. Хасанов // *Авиакосмическое приборостроение.*-2007.-№9-С.3-8.

2. Piralishvili Sh.A. Development and investigation of a vortex burner [Text]/ Sh.A. Piralishvili, A.I. Gyryanov, F. Ali // *Nonequilibrium Processes. Vol. 1. Combustion and Detonation.* Edited by G. D. Roy, S.M. Frolov, A.M. Starik.- Moscow: Torus Press Ltd., 2005.-P 132-139.

3. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций [Текст] / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремизов. – М.: Изд-во МЭИ, 2002 – 574 с.

Все они входят в базовый модуль любой современной программы по вычислительной гидродинамике CFD (Computational Fluid Dynamics) поэтому физические процессы, протекающие в смазочном слое газового подшипника, могут быть смоделированы при помощи этих продуктов.

Современные программные продукты позволяют выполнить математическое моде-

лирование физических процессов и добиться весьма точных результатов в случае правильного принятия расчетных моделей и корректного определения граничных условий. Даже в случае существенного расхождения результатов расчетов и экспериментов анализ расчетных моделей в качественных относительных изменениях может позволить сделать правильные выводы и подсказать направление доводки конструкции. На рис. 1. показаны 3-D модели и пример расчетной сетки сегментов газового подшипника.

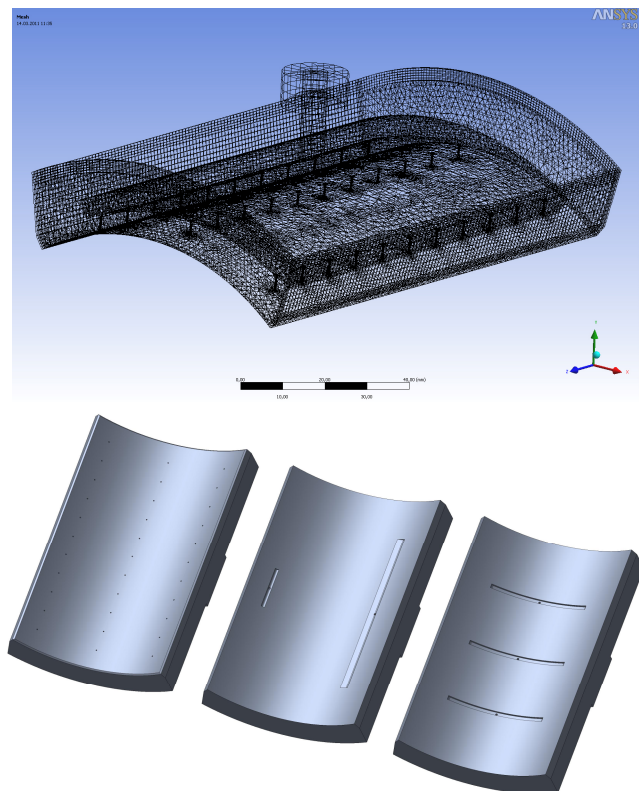


Рис. 1. 3-D модели и расчетная сетка сегментов газового подшипника

Особая роль в корректном задании граничных условий принадлежит умению формировать оптимальную расчетную сетку. Для моделирования используются смешанные сетки, что обусловлено малой высотой расчетной области (зазора). В смешанной модели интересующая область смазочного зазора разбита гексагональной сеткой высокого ранга (при интервале по y в один микрон интервалы по x и z составляют миллиметры), которая позволяет использовать значительно меньше элементов, а внешняя область со сложной геометрией сформирована тетрагональной сеткой.

Использование такого подхода позволяет для расчета одного сегмента обходиться расчетной сеткой порядка 1000000 ячеек.

При расчетах применяется стандартная изотермическая ламинарная модель стационарного течения. Однако может решаться и нестационарная задача, а также может учитываться теплообмен с окружающими деталями. Граничные условия обычно сводят до задания давлений в соответствующих сечениях. Широко используется при этом метод создания искусственных присоединенных объемов. Для решения задачи задаются физические кондиции среды и условия прилипания на стенках. Решение ведется для каждого из вариантов геометрии смазочного зазора на различных частотах вращения вала.

В результате численного моделирования течения в смазочном слое получают эпюры давлений, вид которых показан на рис. 2.

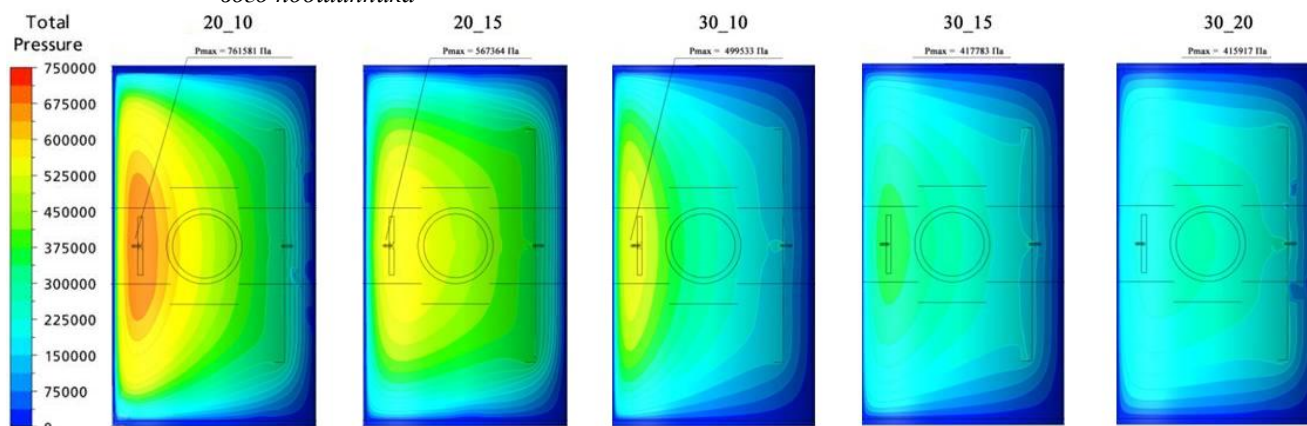


Рис. 2. Поля давлений в смазочном слое сегмента с подводом воздуха по поперечной канавке. $n=26000$ об/мин

После расчета всех вариантов определяется равнодействующая сил давлений,

расход воздуха на входе в сегмент и момент в шарнире сегмента. По этим данным, зада-

ваясь смещением вала от концентричного расположения, векторным сложением получают результирующую грузоподъемность подшипника и расход воздуха на подшипник.

Используя данные расчетов можно построить характеристики радиальных сегментных газовых подшипников в виде зависимостей грузоподъемности от эксцентриситета вала.

Для экспериментальных исследований радиальных сегментных газовых подшипников был разработан специальный стенд. На

стенде определялись характеристики при различных частотах вращения вала вплоть до номинальной с целью получения достоверной картины поведения подшипников во всем диапазоне частот вращения, а также для экспериментальной проверки результатов расчетов. На рис. 3 показана экспериментальная характеристика подшипника, состоящего из пяти сегментов (диаметр вала - 120мм., осевая длина - 120мм) с подводом питающего воздуха по поперечной канавке в районе входной кромки.

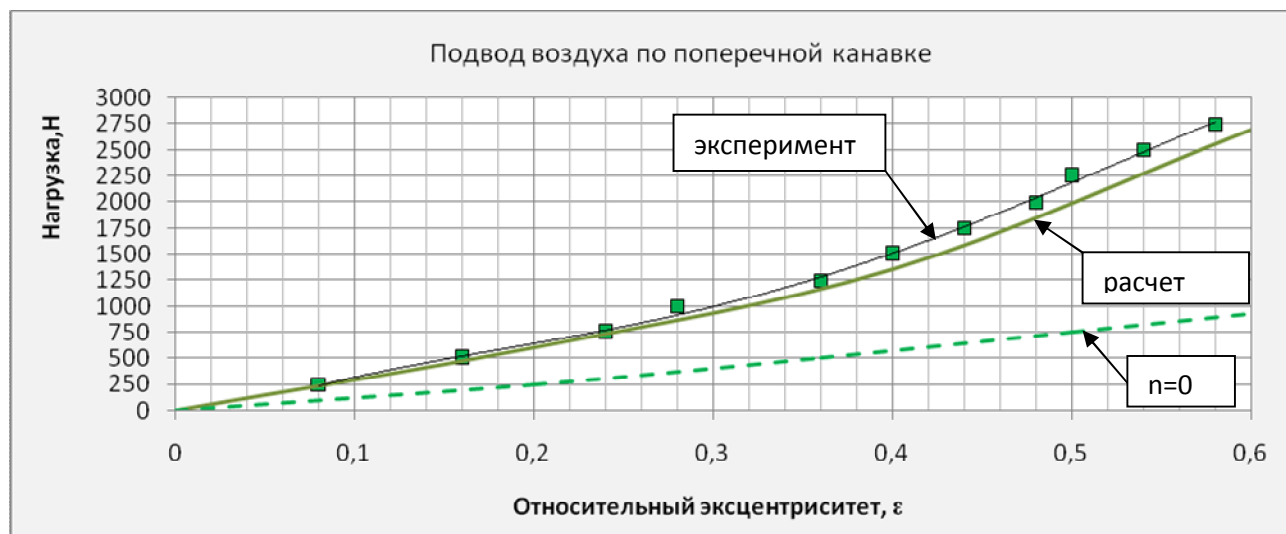


Рис. 3. Экспериментальная характеристика подшипника ($n=26000$ об/мин., $pa=0,4$ МПа)

Сравнение результатов экспериментов с расчетными зависимостями позволяет сделать вывод о достаточной для инженерной

практики точности математических моделей течения в смазочном слое газовых подшипников.

УДК 621.45.012

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОПАТОК ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ МНОГОДИСЦИПЛИНАРНОЙ ЗАДАЧИ

Новаковский Г.С.¹, Комаров А.П.¹, Лещенко И.А.², Клочков И.Н.²

¹ООО "Делкам-Урал", г. Екатеринбург

²ООО "СигмаТехнология", г. Москва

MULTIOBJECTIVE OPTIMIZATION OF AXIAL COMPRESSOR BASED ON NUMERICAL SOLUTION OF MULTIDISCIPLINARY TASK

Novakovsky G.S., Komarov A.P., Leshchenko I.A., Klochkov I.N. The report presents the numerical solution of the optimization task which enables to correct initial blades shape to improve main gasdynamic and structural criteria of the compressor. Indirect Optimization on the basis of Self-Organization (IOSO) was chosen for this solution. CFD and mechanical simulation were implemented by finite volume and finite element method respectively.