

странственной неоднородности в распределении температуры вследствие переноса теплоты; знаменатель соотношения (2) выражает влияние изменения энтропии в поверхностном слое за счёт переноса теплоты путём теплопроводности, конвекции и излучения. Все величины, входящие в уравнение (2) в соответствии с рекомендациями [1,2] и др., можно выразить через известные параметры процесса фрезерования и контактного взаимодействия по задней поверхности фрезы с обрабатываемой деталью (см. рис. 1).

Таким образом можно констатировать, что полученное уравнение (2) включает в себя практически все элементы и параметры, определяющие комплексное влияние на процесс изнашивания задней поверхности зубьев фрезы при цилиндрическом фрезеровании.

Библиографический список

1. Клушин М.И. Резание металлов / М.И. Клушин – М.: Машгиз. 1958. – 454 с.

2. Макаров А.Д. Износ инструмента, качество и долговечность деталей из авиационных сплавов: учеб. пособие / А.Д. Макаров, В.С. Мухин, Л.Ш. Шустер – Уфа: Изд-во Уфимского авиационного института им. Орджоникидзе. 1974. – 272 с.

3. Грановский Г.И., Шмаков Н.А. О природе износа резцов из быстрорежущих сталей дисперсионного твердения // Вестник машиностроения. 1971. №11. С. 65-70.

4. Зорев Н.Н., Клауч Д.М., Батыров В.А. и др. О природе износа твёрдосплавного инструмента // Вестник машиностроения. 1971. №11. С. 70-73.

5. Силаев Б.М. Обобщённая модель процесса внешнего трения и изнашивания // Машиноведение. 1989. №2. С. 56-65.

Силаев Б.М. Термодинамические основы обобщённых модельных представлений процесса трения и изнашивания // Трение и износ. 2017. Т. 38 №6. С. 546-555.

УДК 621.671.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2018 А.Д. Максимов, Т.А. Чубенко, В.М. Зубанов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

MODELING WORK PROCESS IN CENTRIFUGAL HIGH-PRESSURE PUMP OF A ROCKET ENGINE

Maximov A.D., Chubenko T.A., Zubanov W.M. (Samara National Research University,
Samara, Russian Federation)

The article presents the results of modeling work process in centrifugal high-pressure pump of a rocket engine. Received diagrams of dependence of fall and efficiency from the volume flow.

Современный ТНА мощного ЖРД представляет собой высоконагруженный энергетический узел, в котором нашли воплощение широкий круг научно-технических достижений и оригинальных конструкторских решений, обеспечивающих его надёжную работу, многократность включения, многократное использование, контроль и диагностику его состояния.

В настоящее время вычислительная гидрогазодинамика (Computational Fluid Dynamics – CFD) становится всё более популярным инженерным инструментом. Применение компьютерных технологий при создании ТНА и его элементов позволяет не только автоматизировать процесс разработки, но и повысить качество проектируемых изделий, существенно сократить сроки их создания и привести к снижению затрат на весь жизненный цикл. В данной статье приведены результаты моделирования рабочего процесса центробежного насоса горючего для подачи компонента в газогенератор жидкостного

ракетного двигателя с использованием CFD-пакета ANSYS CFX.

Геометрическая модель насоса была создана в NX 8.5. Лопаточная часть сетки была создана в программе NUMECA FINETURBO, а спиральный сборник с коническим диффузором в ANSYS Meshing. Расчётная модель создавалась путём наложения граничных условий:

- в качестве рабочего тела использовалась вода из стандартной библиотеки ANSYS CFX;

- частота вращения ротора 30600 об/мин;

- полное давление на входе в насос в неподвижной системе координат 29,4 МПа;

- полная температура на входе в насос 288 К;

- объёмный расход на выходе из насоса;

- процессы абсолютно установившиеся (моделирование проводилось в стационарной постановке);

- модель турбулентности $k-\varepsilon$;

- интенсивность турбулентности на входе 5%;

- тип интерфейса «ротор-статор» StageAverageVelocity;

- отсутствие вибраций различной природы;

- отсутствие шероховатости поверхностей (стенки гладкие);

- отсутствие кавитации.

Сходимость решения оценивалась по математическим (рис.1) и интегральным параметрам (рис.2), которые были постоянны для установившегося решения.

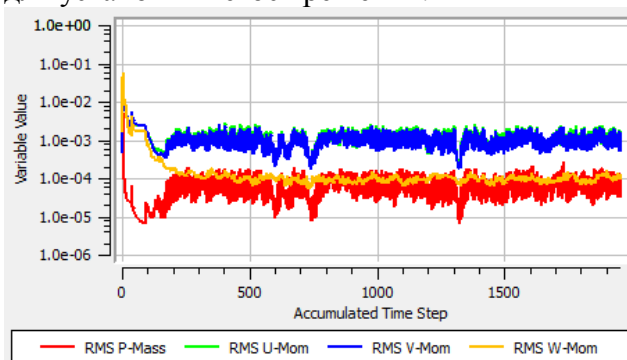


Рис. 1. Монитор математических невязок

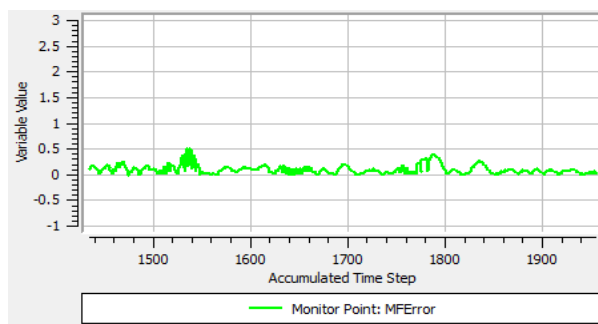


Рис. 2. Монитор погрешности массового расхода в процентах

Полученные данные (рис.3) были сопоставлены с результатами эксперимента. Погрешность определения напора составила менее 2%, погрешность определения КПД – менее 3%. Величина погрешности обусловлена тем, что моделировалось стационарное течение, в то время как для точного расчёта требуется нестационарное, размеры элементов сеточной модели были укрупнены из-за сложности и высокой длительности расчёта.

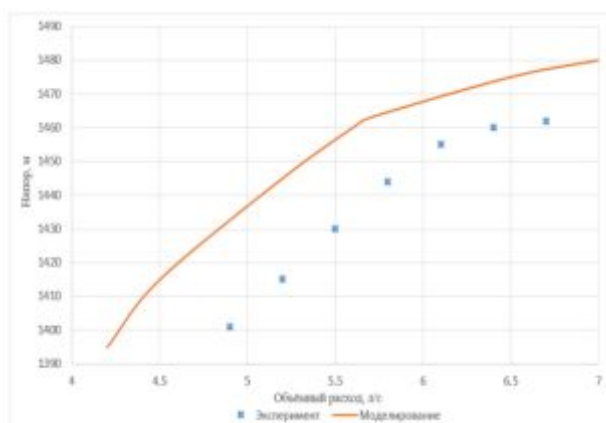


Рис. 3. График зависимости напора от объёмного расхода

Библиографический список

1. CFD-моделирование шнекоцентробежных насосов турбонасосных агрегатов ЖРД в ANSYS CFX [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королёва (нац. исслед. ун-т); сост. А.В. Сулинов, Л.С. Шаблий. - Электрон. текстовые и граф. дан. (2 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).