

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ КЛАПАНА ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ «НК-33»

©2016 Д.В. Малов, Л.С. Шаблий, Д.А. Павловский

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

METHOD TO SIMULATE THE VALVE IN THE FLUID SYSTEM OF LPRE “NK-33”

Malov D.V., Shabliy L.S., Pavlovsky D.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The work describes the method for simulation of valve in the fluid system of LPRE “NK-33”. Here has been considered features of this method and its relevance for tasks with simulation of fluid system units. The operation principle of the simulated valve is described in details. The description of the used software tools is given and simulation models are presented graphically.

В последние десятилетия существенно ускорилось обновление аэрокосмической техники. Мощная вычислительная техника, программное обеспечение высокого уровня, позволяющие выйти на качественно новый уровень проектирования, были созданы в основном за рубежом. Поэтому в настоящее время перед молодыми отечественными специалистами стоит задача разработки и освоения технологий моделирования и средств, обеспечивающих быстрый темп проектирования, изготовления и испытаний агрегатов ракетных и авиационных систем.

Работа камеры жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) обеспечивается пневмогидравлической системой (ПГС) двигательной установки. Под ПГС понимается совокупность пневмогидравлических устройств и магистралей, обеспечивающих хранение топливных компонентов и газов на борту летательных аппаратов, их подачу во время работы двигателя под определенным давлением и с определённым расходом в камере сгорания и газогенераторе двигателя, запуск и остановку двигателя, а также выполнение некоторых других операций, определяемых назначением и спецификой эксплуатации летательного аппарата [1-3]. Одним из основных элементов ПГС являются клапаны.

В работе был рассмотрен клапан горючего (рис. 1), предназначенный для управления подачей керосина в камеру сгорания, для открытия поступления горючего при пуске двигателя и для прекращения его подачи при выключении двигателя.

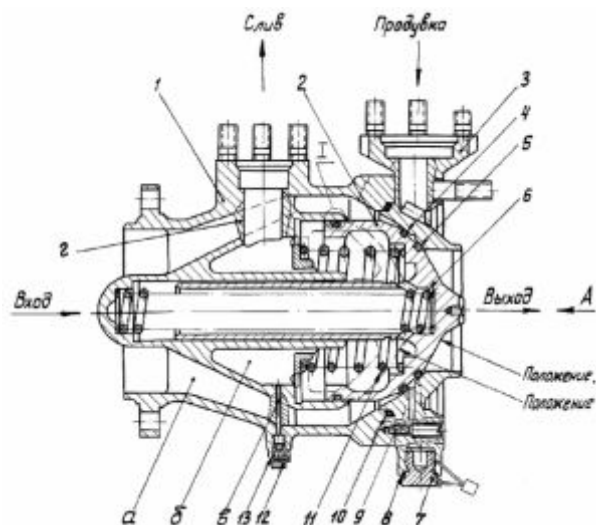


Рис. 1. Клапан горючего

При раскрутке насоса горючего от протурбины давление горючего в полости *а* повышается, а в полости *б* остаётся равным давлению горючего на входе в насос. Равновесие сил, действующих на поверхность клапана, ограниченную внешней окружностью и окружностью кольца, нарушается. Возникает сила, направленная в сторону открытия клапана, и как только эта сила превысит силы, действующие на внутренние поверхности клапана со стороны полости *б* (от давления горючего и от пружины), клапан открывается.

Созданная в программном продукте NX геометрия клапана была импортирована в ANSYS, где в дальнейшем производилось моделирование. Сеточная модель была создана в программе ANSYS Meshing. С помощью инструментов *Sizing*, *Method* и *Inflation* задавались параметры разбиения тел на ко-

нечные элементы. Пример такого разбиения представлен на (рис. 2).

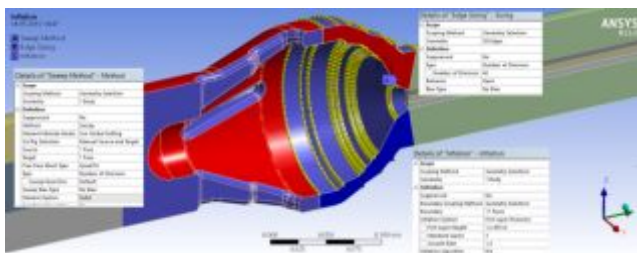


Рис. 2. Параметры разбиения сеткой модели твёрдого тела

Далее генерировалась сетка, и с помощью инструмента *Named Selection* задавались границы в соответствии с рис. 3.

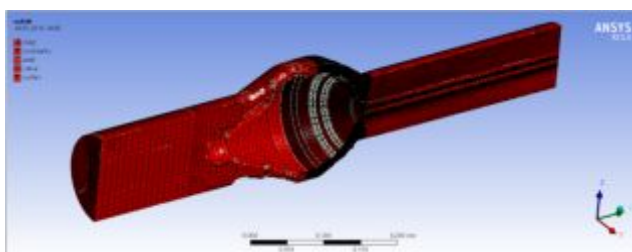


Рис. 3. Наименование границ

Далее задавались граничные условия в программе ANSYS CFX и моделировалось двухстороннее взаимодействие *Fluid Structure Interaction* (FSI) между клапаном и жидкостью при условии деформации сетки. Твёрдое тело (инструмент *Rigid Body*) явля-

ется недеформируемым объектом и описывается механическими параметрами, такими как масса, центр масс, момент инерции, начальная скорость и ускорение, а также ориентация.

Решатель ANSYS CFX учитывает суперпозицию сил инерции, упругости пружины и давления жидкости и вычисляет движение твёрдого тела на основании уравнений механики. Деформации элементов клапана не моделируются.

Таким образом, предложенный набор инструментов и последовательности действий можно рассмотреть как методику, позволяющую проводить моделирование клапанов и определение их характеристик.

Библиографические ссылки

1. Борисов В.А. Основы конструирования ракетных двигателей: Учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2007. 98 с.
2. Пичугин Д.Ф. Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов: Учебное пособие. – Куйбышев: КуАИ, 1989. 244 с.
3. Пичугин Д.Ф. Конструкция и проектирование агрегатов двигателей летательных аппаратов: Учебное пособие. – Куйбышев: 1989. 244 с.

УДК 621.438:519.24

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ АНАЛИЗА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГТД В УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

©2016 А.С. Букатый¹, С.А. Букатый²

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

²Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва

THE ANALYSIS CRITERIA DEVELOPMENT FOR THE STRESS-STRAIN STATE OF GAS TURBINE ENGINE PARTS IN THE ELASTOPLASTIC REGION

Bukaty A.S. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation),

Bukaty S.A. (Rybinsk State Aviation Technical University named after P.A. Solovyev, Rybinsk, Russian Federation)

The presents the dimensionless criterion complex that is based on the ratio of stress state stiffness and energy criterion characterizing of the material tension in the elastoplastic region to use it for analysis of the stress-strain state with the purpose to diagnose the most vulnerable for damage regions of gas turbine engine parts. The efficiency of criterion is shown by the example of gas turbine disks improvement.

Основные детали (диски, валы и др.), телей (ГТД), работают в условиях малоцикловой усталости и длительной прочности.