

непосредственно влияют на механизм конвективного теплообмена продуктов сгорания со стенкой камеры ЖРДМТ. При этом тепловые потоки от рабочего тела к стенкам камеры максимальны в трансзвуковой зоне сопла, и именно в этой зоне в ЖРДМТ происходит, с одной стороны, исчезновение пристенки из-за процессов диффузии, а, с другой, - переход от турбулентного к ламинарному течению в пограничном слое.

Таким образом, термогазодинамические процессы в трансзвуковой части сопла, определяющие формирование теплового состояния в наиболее теплонапряжённой области камеры ЖРДМТ, имеют сложный сопряжённый характер и до сих пор полностью не описаны в имеющихся моделях теплового состояния ЖРДМТ. Рассмотренные проблемы относятся к непрерывным режимам работы ЖРДМТ, для которых процессы, связанные с тепловым и напряжённо-деформированным состоянием, имеют существенно нестационарный характер. Ещё более сложный характер эти проблемы имеют при импульсных режимах включений.

Исходя из вышесказанного, на сегодняшний день остается актуальной проблема численного моделирования теплового и напряжённо-деформированного состояния ЖРДМТ, наиболее полно учитывающая сопряжённый характер основных термогазодинамических процессов в его камере сгорания и сопле как для непрерывных, так и для импульсных режимов работы.

Библиографический список

1. Токарев А.С., Грачев В.Д. Методика расчета теплового состояния стенки камеры сгорания // Ракетно-космическая техника, вып. 3 (136). НИИ тепловых процессов, 1992 г. 34-39 с.
2. Волкова Л. И., Волков Н., Губертов А. М., Миронов В. Математическое моделирование теплообмена и тепловой защиты в двигателях. Двигатель, № 1(7) 2000.
3. Безменова Н.В. Численное моделирование сопряженного теплообмена в ЖРД малых тяг в целях повышения их эффективности. Дис. канд. техн. Наук. Самара: , 2001. 242 с
4. Воробьев А.Г. Математическая модель теплового состояния ЖРДМТ // Вестник МАИ, т.14,2007, с.42-49.
5. Ворожеева О.А. Моделирование и исследование теплового состояния работающего в импульсном режиме жидкостного ракетного двигателя малой тяги. Дис. канд. техн. наук. Москва, 2017. 148 с.
6. Короткая О.В. Разработка методики расчёта камеры перспективного ЖРД на основе метода подконструкций. Дис. канд. техн. наук. Москва, 2017. 204 с.
7. Назырова Р.Р. Термодинамический расчет параметров продуктов сгорания в камере жидкостного ракетного двигателя на основе вариационных принципов механики. Дис. канд. физ.-мат. наук. Москва, 2017. 283 с.
8. Строкач Е.А. Численное моделирование рабочего процесса в камере сгорания ракетного двигателя малой тяги с центробежными форсунками. Дис. канд. техн. наук. Москва, 2017. 144 с.

УДК 621.45.026.8

РАЗРАБОТКА ЭКВИВАЛЕНТНОГО КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ РАСЧЁТЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМ

©2018 Е.А. Гаршин

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

DEVELOPMENT OF EQUIVALENT CONTACT INTERFACE FOR CALCULATING FORCED RESPONSE OF SYSTEMS

Garshin E.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The article describes the importance of accounting the structural damping in the determination of the dynamic stresses in the bladed disks. The principle of operation of an equivalent contact interface is described. The paper presents a comparative analysis of the Coulomb friction model and the equivalent contact interface.

С ростом производительности и возможностей современной вычислительной техники, а также развитием современных средств моделирования возникает необходимость в использовании современных программных комплексов и развитии новых подходов к расчёту газодинамических и прочностных процессов.

При расчёте сложных систем, таких как рабочее колесо, могут возникнуть сложности, связанные, например, с определением уровня демпфирования в замковом соединении, бандажных полках или специальных демпфирующих устройствах. При расчёте вынужденных колебаний системы учёт контактного взаимодействия в соединениях может очень существенно повлиять на скорость расчёта. Для увеличения скорости при сохранении точности расчёта необходимо разработать новый подход к расчёту вынужденных колебаний систем.

Была разработана модель, заменяющая нелинейное контактное взаимодействие на эквивалентную контактную жёсткость и демпфирование [1]. Преимуществом данной модели является то, что эквивалентные жёсткость и демпфирование постоянны за цикл колебания, вследствие чего из области контакта убирается нелинейная во времени сила

и можно проводить гармонический анализ такой системы.

Для верификации получившейся эквивалентной модели были решены две тестовые задачи, которые имеют аналитическое решение [2]. Таким образом можно сравнить результаты, полученные аналитически, с результатами, полученными эквивалентной моделью. Из результатов расчёта видно, что при малых возбуждающих нагрузках модели прекрасно согласуются между собой. Максимальное расхождение с теорией составляет 2%.

В дальнейшем результаты, полученные при выполнении данной работы, были использованы при реализации эквивалентной модели контактного взаимодействия в замковом соединении модельного рабочего колеса. И был проведён сравнительный анализ вынужденных колебаний рабочего колеса для моделей кулоновского трения и эквивалентного контактного взаимодействия.

Библиографический список

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. М.: Ленанд, 2017. 416 с.
2. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. М.: Наука, 1991. 255 с.

УДК 621.45.02

ОБ УНИФИКАЦИИ ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

© 2018 Н.А. Егоренкова, В.В. Захаров, Е.В. Сорокина

АО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко», г. Химки

ABOUT UNIFICATION OF MATERIALS AND TECHNOLOGICAL PROCESSES AT AN ENTERPRISE

Egorenkova N.A., Zakharov V.V., Sorokina E.V. (AO "NPO Energomash named after academician V.P. Glushko", Khimki, Russian Federation)

Unification is one of the possible ways to reduce the cost price and labor intensity. Unification of technological processes can not be mass one at using unique technologies. This is an issue of the expedient and of the economic security. Unification of the materials of sealing elements is one of the possible directions of unification at unique technological processes of manufacturing powerful liquid rocket engines.

Преимуществом технических решений в виде технологической унификации уменьшает разнообразие процессов и СТО, исключает дублирование работ в технологической подготовке производства, уменьшает её тру-

доёмкость и длительность, расширяет масштабы применения прогрессивных средств и процессов, реализует политику ресурсосбережения и обеспечивает гибкость производства.