



Рис. 1. Зависимость индекса эмиссии оксидов азота и оксида углерода на выходе из серийной жаровой трубы и трубы – демонстратора.
 $P_K=685$ кПа, $T_K=723$ К.

Уровень CO сохраняется низким, на уровне серийной трубы, но монотонно снижается при увеличении расхода топлива. Хотя первая фаза испытаний проведена с существенными отклонениями от расчётных зна-

чений из-за несовершенства материальной части (отклонение от расчётного распределения воздуха), её результаты положительны. Однако, предстоит ещё проведение, по крайней мере, второй фазы эмиссионных испытаний демонстратора на керосине в лабораторных условиях для перехода на 5-й уровень технологической готовности демонстратора концепции.

Библиографический список

1. Иноземцев, А.А. Эмиссионное совершенствование камеры сгорания богато-бедного типа на этапе проектирования / А.А. Иноземцев, В.Г. Августинович, В.В. Цатишвили. - Изв. вузов. Авиационная техника. 2010. № 4.
2. Бурико, Ю.Я. Разработка концепции и исследование схем сжигания «бедной» и «богато-бедной» смеси с целью существенного снижения выбросов окиси азота газотурбинными двигателями / Ю.Я. Бурико, В.Ф. Гольцев, И.И. Гомзякова [и др.]. // Научно-технический отчёт ЦИАМ, № 005-2311, 1997.
3. Иноземцев, А.А. Прогнозирование эмиссионных характеристик на основе реакторной модели камеры сгорания / А.А. Иноземцев, В.Г. Августинович, В.В. Цатишвили // Изв. вузов. Авиационная техника. 2011. № 1.

УДК 622

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПОРОШКООБРАЗНОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ГОРЮЧЕМ

Егоров А.Г., Тизилов А.С.

Тольяттинский государственный университет

PROSPECTS AND PROBLEMS OF MOVEMENT AND POWER PLANTS IN POWDER METAL FUEL

Egorov A.G., Tizilov A.S. The possibility of improving the energy characteristics of missile systems by the use of powdered metal powder as the main fuel in a ramjet engine and their basic dignity.

В 1903 году К.Э. Циолковский опубликовал в журнале «Научное обозрение» статью «Исследование мировых пространств

реактивными приборами», где впервые указал на ракету с жидкостным ракетным двигателем, как на средство передвижения в

космическом пространстве, наметил пути овладения межпланетного пространства и дал основные законы движения ракеты. Циолковский не только указал теоретические основы полета ракеты, но и дал первую принципиальную схему аппарата с жидкостным ракетным двигателем, в котором предвосхитил все основные устройства современных двигателей этого типа. Он наряду с общими проблемами реактивной техники и космических полетов выдвинул основные идеи в области подбора горючих и окислителей для ракетных двигателей.

За предыдущие полвека бурного развития двигателестроения за рубежом и в России был накоплен большой научный и практический опыт организации рабочего процесса в реактивных двигателях на жидких горючих. Реактивные двигатели на жидких углеводородных горючих достигли высокой степени совершенства и стали широко использоваться в качестве силовых установок летательных аппаратов (ЛА).

От количества энергии, которая может быть выделена топливом, находящимся на борту летательного аппарата, зависит максимальная скорость и дальность полета. Создание высококалорийных нефтяных топлив дается ценой больших затрат на химическую переработку нефти и, как правило, сопряжено с сокращением их количественных ресурсов. Однако значительного эффекта улучшения качества нефтяных топлив все же получить нельзя.

Одним из главных путей улучшения энергетических, эксплуатационных и стоимостных характеристик ракетных систем является разработка, освоение и внедрение новых топлив, имеющих лучшие энергетические характеристики либо подходящие физико-химические свойства.

Применение высокоэффективных топлив, содержащих борводороды, азотводородные соединения и их производные, металлоорганические соединения и суспензии металлов, при соответствующем устройстве двигателя и летательного аппарата, может обеспечить резкое увеличение дальности, скорости полета и улучшение других летно-технических характеристик.

Впервые идею о возможности и необходимости применения легких металлов и

их соединений для горючих в жидкостных ракетных двигателях высказали российские ученые Ю.В. Кондратюк и Ф.А. Цандер. В настоящее время такие металлы как алюминий, бор, магний являются одним из основных компонентов твердых ракетных топлив. Применение маталлосодержащих топлив привело в общем случае к усложнению процесса горения в камерах сгорания и возникновению одного из специфических видов горения – гетерогенному горению конденсированных частиц в активном высокотемпературном потоке.

В современных энергетических установках широко используется горение металлосодержащих систем, для создания тяги в твердотопливных ракетных двигателях (ТТРД), гидрореагирующих двигателях (ГРД), ракетных прямоточных двигателях (РПД). За последние три десятилетия научными коллективами ОКБ «Темп», НИИ ЭМ МГТУ, ГНИИХТЭОС, ТолПИ (ныне Тольяттинский государственный университет) показана возможность создания новых высокоэффективных технических устройств, использующих горение распыленных в активном газе порошков металлов. Это прямоточные гидро- и воздушные двигатели на порошкообразных металлических горючих (ПМГ), двигательные установки на двухкомпонентном порошкообразном топливе, устройства сверхзвуковой резки материалов, технологические реакторы синтеза высокодисперсных оксидов металлов.

Применение принципиально нового типа горючего – порошкообразного металлического – в прямоточных воздушно-реактивных двигателях (ПВРД) по существу открывает новое направление в реактивном двигателестроении. Обладая большой теплотой сгорания и высокой плотностью ПМГ способны существенно увеличить такие важные характеристики двигательных установок, как удельные импульсы тяги. ПМГ позволят, с одной стороны, сохранить эксплуатационные достоинства твердых ракетных топлив, с другой – исключить их основной недостаток – отсутствие возможности регулирования в широком диапазоне тяги двигателя. Использование ПМГ позволяет обеспечить

чить регулирования тяги в десятки раз по произвольному закону. При одной и той же массе и габаритах ПВРД на ПМГ при полете летательного аппарата (ЛА) на высоте 30 км со скоростью 5М позволит увеличить дальность полета по сравнению ТТРД в 25...50 раз, РПД на ТРТ - 5...15 раз. Основные преимущества ПВРД на ПМГ:

высокий объемный импульс тяги ($J_y=20...35 \text{ МНс/м}^3$);

возможность работы на предельных высотах полета ЛА (низкое значение α);

высокий коэффициент тяги ($C_R=1,5...2$);

хорошие эксплуатационные характеристики.

Введение окислительных компонентов в ПМГ позволяет существенно увеличить коэффициент тяги (> 2) и предельную высоту работы ПВРД на ПМГ ($> 40 \text{ км}$) при сохранении возможности регулирования в широком диапазоне расхода топлива. Таким образом, будущие ПВРД на ПМГ позволят приобрести такие характеристики ЛА, которые в настоящее время недостижимы.

УДК 434.282

РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ СЕПАРАТОРА АВИАЦИОННОГО ПОДШИПНИКА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА «ANSYS»

Балякин В.Б., Урлапкин А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

CALCULATION OF THE STRENGTH OF AIRCRAFT BEARING SEPARATOR WITH PACKAGE «ANSYS»

Balyakin V.B., Urlapkin A.V. Samara State Aerospace University, Samara. This work is a research of deformation and stress distribution of the roller cage. Due to the complexity of the detail's geometry calculation was made not by analytical expressions but in the software package «ANSYS».

Расчёт на прочность является одним из наиболее важных этапов конструирования и проектирования деталей авиационных конструкций. Для деталей простой формы не составляет труда рассчитать их запасы прочности по аналитическим зависимостям теории прочности. Однако в современных конструкциях часто встречаются детали, имеющие сложную геометрическую форму, и провести для них расчёт по аналитическим зависимостям представляет трудную, а в части случаев и невыполнимую задачу. Для таких деталей целесообразно применять современные САЕ-технологии, в частности, программы, реализующие решение при помощи метода конечных элементов. Одной из наиболее распространённых программ, использующих МКЭ, является пакет ANSYS, который и был применён в данном исследо-

вании.

В работе исследовалось напряжённо-деформированное состояние сепаратора роликового подшипника. Поскольку деталь имеет довольно сложную форму, а инструменты моделирования в ANSYS развиты довольно слабо, создание её трёхмерной модели проводилось в среде программного комплекса UGS NX 7.0. Деталь обладает поворотной симметрией, поэтому достаточно создать модель сектора, составляющего часть от всей модели, кратную числу тел качения.

Далее созданная объёмная модель была экспортирована в препроцессор пакета ANSYS, где на её основе была создана конечно-элементная модель. В процессе создания сетки конечных элементов в трёхмерную модель были внесены некоторые упрощения,