6. Djaoui M., Dyment A., Debuchy R. Heat transfer in a rotor-stator system with a radial inflow // Eur. J. of Mechanics. B/Fluids. 2001. Vol. 20, no 3. P. 371–398.

7. Daily J. W. Nece R. Chamber dimension effects on induced flow and frictional resistance of enclosed rotating discs // J. of Basic Engineering. 1960. Vol. 82. P. 217–232.

8. Kreith F. Convection heat transfer in rotating systems // Advances in Heat Tranfer. 1968. Vol. 5. P. 129–251.

© Лукишин А. М., Шогин Н. С., 2014

УДК 621.45.015

М. А. Орешков, Т. А. Королева
Научный руководитель – *О. В. Каменюк*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВЫДВИЖЕНИЯ СОПЛОВОГО НАСАДКА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Исследован выдвижной сопловой насадок жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Проанализированы кинематические характеристики механизма соплового насадка ЖРД.

При создании перспективных ЖРД важнейшими задачами являются повышение энергетических характеристик и надежности, увеличение ресурса, обеспечение многоразовости, улучшение массовых характеристик. Одним из основных параметров, характеризующих степень совершенства ракетного двигателя, является удельный импульс.

Для достижения максимально возможной величины удельного импульса чрезвычайно актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования внутрикамерных процессов. Например, увеличение удельного импульса может быть достигнуто увеличением степени расширения сопла камеры ЖРД.

Изобретение выдвижного соплового насадка позволяет решить данный вопрос. На данный момент выяснено, что выдвижной сопловой насадок дает возможность решать следующие задачи [1]:

– сокращение габаритов ракеты (уменьшение длины и массы);

– проведение наземных огневых испытаний для отработки раздвижки сопла без создания устройств, имитирующих высотные условия работы двигателя.

Немаловажной деталью в изобретении выдвижного соплового насадка является то, из чего он изготовлен. А именно, из композиционных материалов (КМ) различных классов, прежде всего из углерод-углеродных (УУКМ) и углерод-керамических (УККМ). Применение выдвигающегося неохлаждаемого насадка из КМ позволит обеспечить высотные условия, уменьшить массу сопла (на 160 кг) и увеличить среднетраекторный удельный импульс (на 4…5 с) [2].

Однако во внедрении ЖРД с таким выдвижным насадком в производство существует ряд проблем, связанных с существенными недостатками данной разработки [3]:

– Наличие дополнительного зазора между днищем двигателя и торцами насадков для размещения рычажных механизмов;

– Значительные габаритные размеры звеньев рычажного механизма, соизмеримые с размерами насадков.

Поскольку функциональность двигателя в целом зависит от правильного кинематического анализа, то при решении проблем данной разработки нужно учесть все кинематические параметры.

Например, важной деталью является определение соответствующей скорости выдвижения соплового насадка. Она не должна быть слишком большой, так как при такой скорости могут возникнуть ударные волны, мешающие правильному функционированию двигательной установки. Скорость выдвижения и не должна быть слишком медленной, так как вылетающий из среза сопла газ начнет попадать в пространство (зазор) между днищем двигателя и сопловым насадком. Следовательно, снизится удельный импульс двигателя. Именно поэтому скорость выдвижения соплового насадка должна быть оптимальной (некой средней). Ее определение является важнейшей задачей при проектировании данного двигателя.

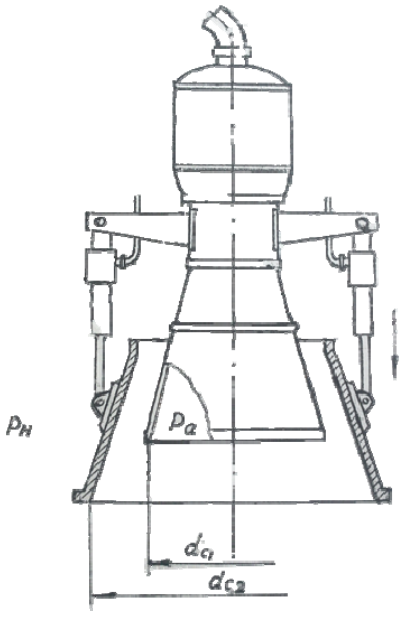


Схема выдвижения механизма соплового насадка ЖРД

Для осуществления данной задачи нужна слаженность и надежность работы гидромеханических рулевых машин с телескопическим выдвижением, обеспечивающих выдвижение соплового насадка (см. рисунок).

При этом необходимо учитывать силы трения, возникающие при выдвижении насадка. А принцип этого механизма состоит в телескопическом выдвижении рулевых машин под воздействием давления жидкости, а именно - горючего. Причем выдвижение должно происходить на высоте не меньше 10 км, где сопротивление внешней среды не такое значительное, как у поверхности. Своевременная подача давления во многом определяет успех в функциональности данного двигателя. Поэтому исследователям необходимо правильно рассчитать все кинематические параметры данной разработки.

Таким образом, чтобы внедрить в производство данный двигатель необходимо решить его главные проблемы. И чтобы их решить, необходимо провести тщательный кинематический анализ механизмов выдвижения соплового насадка ЖРД (который будет учитывать все конструктивные особенности данной разработки), потому как от его проведения зависит функциональность всего двигателя, а значит и успех во внедрении разработки в эксплуатацию.

Библиографические ссылки

1. Сопловой насадок ракетного двигателя [Электронный ресурс]. URL: http://www.findpatent.ru/patent/235/2353791.html, свободный. Загл. с экрана.

2. Оправа для огня [Электронный ресурс]. URL: http://engine.aviaport.ru/issues/02/page08.html, свободный. Загл. с экрана.

3. Раздвижное сопло ракетного двигателя [Электронный ресурс]. URL: http://www.findpatent.ru/patent/234/2345239.html, свободный. Загл. с экрана.

© Орешков М. А., Королева Т. А., 2014

УДК 621.74.02

М. В. Резанова[1]
Научный руководитель – *Г. Г. Крушенко*[1,2]
[1]Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
[2]Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ НА ШИХТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В результате воздействия на твердые шихтовые материалы деформационной, термической и ультразвуковой обработкой, рентгеновским облучением, а также многократного термоциклирования сплава в режиме «расплавение ↔ кристаллизация», установлен эффект повышения механических свойств алюминиево-кремниевых сплавов.

К настоящему времени накоплены многочисленные данные по передаче физико-механических характеристик, особенностей микро- и макроструктуры шихтовых материалов получаемых из них сплава. Базируясь на результатах ранних известных [1–6] и целого ряда других более поздних [7; 8] и современных работ [9; 10], которые постулируют существование связи свойств металлов и сплавов в твердом и жидком состоянии, нами проведены исследования по воздействию различными физическими методами на исходные шихтовые материалы с целью изучения их влияния на механические свойства ряда алюминиевых сплавов.

1. В результате предварительной термической обработки (12 час. при 540 ºС, охлаждение в воде) алюминия разных марок с последующим их расплавлением и заливке в керамику механические свойства закристаллизованного металла возрастают по сравнению с нетермообработанным соответственно: алюминия марки А99 – временное сопротивление $\sigma_в$ с 38 до 44 МПа (на 15,8 %), относительное удлинение δ – с 35,0 до 36,0 % (на 2,85 %); алюминия марки А5 – $\sigma_в$ с 62 до 68 МПа (на 9,7 %), δ – с 26,1 до 31,0 % (на 18,8 %).

В результате приготовления алюминиево-кремниевого сплава АК12 на предварительно термообработанных (12 час. при 540 ºС, охлаждение в воде) алюминии А5 и кремнии Кр0 при заливке в керамику $\sigma_в$ по сравнению со сплавом из нетермообработанных компонентов возрастает со 170 до 190 МПа (на 11,8 %), δ – с 11,0 до 14,5 % (на 31,8 %). По ГОСТ 1583–90: $\sigma_в \geq 150$ МПа, $\delta \geq 4{,}0$ %.

Подобные результаты были получены и на сплавах АК7ч, АК9ч, АК5М2, Мг6л и АК7Ц9 при разных режимах предварительной термообработки шихтовых материалов. При этом при приготовлении сплавов уменьшается расход модификаторов. Эффект термообработки шихты сохраняется при выстаивании расплава до 1 часа.

2. В результате предварительной ультразвуковой обработки при помощи генератора с магнитострикционным преобразователем и стальным волноводом (15 мин, резонансная частота 18 кГц, амплитуда 20 мкм, изгибная волна) темплетов силумина СИЛ0 толщиной 15 мм $\sigma_в$ сплава АК7ч возросло при литье в кокиль по сравнению со сплавом на необработанном силумине со 190 до 205 МПа (на 8,0 %), δ – с 3,5 до 5,0 % (на 42,9 %). По ГОСТ 1583–89: $\sigma_в \geq 157$ МПа, $\delta \geq 2{,}0$ %.