

**Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки  
и техники  
3-10 июля 2009 г.**

**Технические науки**

**АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕНА В РАКЕТНОМ  
КОМПЛЕКСЕ**

Бельков В.Н., Ланшаков В.Л.

*Сургутский филиал Омского государственного  
технического университета  
Сургут, Россия*

При проектировании ракетных комплексов (РК) актуальной задачей является определение тепловых потоков к стенкам конструкции стартового комплекса (СК) и ракеты. Следует отметить, что, поскольку тонкостенные оболочки корпусов ракет изготавливают из алюминиево-магниевого и титановых сплавов, имеющих низкие температуры плавления и пониженные механические характеристики при температурах в несколько сотен градусов, необходимо комплексное решение проблемы по определению геометрических параметров системы «ракета - СК» для снижения теплового воздействия на их конструкции отраженных течений, возникающих при старте ракет космического назначения.

Экспериментально установлено, что в начальной зоне воздействия сверхзвуковых струй на наклонные преграды эпюры статического давления и тепловых потоков качественно совпадают. Координата критической точки может быть определена из газодинамического расчета, поскольку значение форм-параметра в ней равно 1. Тепловое воздействие горячего газа в окрестности критической точки может быть определено из известных критериальных уравнений.

После определения координаты критической точки и теплового воздействия в ней распределение тепловых потоков к преграде в области градиентного течения может быть установлено с помощью эпюры статического давления. Но такой подход является достаточно приближенным, поскольку для определения теплового воздействия сверхзвуковых струй на наклонные преграды необходимо знать распределение газодинамических параметров во всем вязком слое.

Результаты выполненных к настоящему времени работ могут быть использованы для расчета тепловых потоков к стенкам ракет и СК в области градиентного течения, характеризующейся значительным повышением статического давления. В отличие от предшествующих работ, одной из задач проведенного исследования является изучение теплообмена в области распространения обратного потока, возникающего при взаимодействии струй с преградами.

Величина теплового потока к стенкам наклонной преграды и источника струи, полученная в результате экспериментальных исследований,

определяется двумя составляющими — конвективной и лучистой.

Разработанная методика учитывает: предельные коэффициенты теплового излучения газа при его различных температурах; поправку на отклонение от закона аддитивности для газовых смесей за счет взаимного поглощения излучения компонентами; коэффициент теплового излучения пара и двуокиси углерода по температуре газа при соответствующих произведениях парциального давления на длину пути луча.

Сопоставив вычисленные значения лучистого теплового потока с измеренными величинами общего теплового потока, можно сделать вывод, что: для стенок преграды его доля составляет до 35 %; а для стенок источника струи не превышает 4 %.

Ввиду значительной сложности аналитического описания процессов конвективного теплообмена, в работе проведено экспериментальное исследование теплового воздействия обратного потока на газоподвод и ракету. Для распространения опытных данных на натурные СК, результаты экспериментального исследования представлены, в виде зависимости критерия Нуссельта от критериев Рейнольдса и Прандтля. При этом критериальные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи имеют соответственно вид: для наклонной преграды - аналогичный случаю продольно-обтекаемой пластины, а для источника струи - аналогичный случаю поперечно-обтекаемого цилиндра.

Причем для преграды критерий Рейнольдса определяется величиной скорости на внешней границе пристеночного пограничного слоя; характерным линейным размером является расстояние от критической точки, расположенной в области градиентного течения, а для ракеты указанный критерий определяется величиной скорости потока в отсоединенной вихревой зоне, а определяющим линейным размером является диаметр ракеты.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО  
УРОВНЯ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА  
ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Бельков В.Н., Ланшаков В.Л., Ланшакова Н.В.,  
Ходорева Е.В., Шалай В.В.

*Сургутский филиал Омского государственного  
технического университета  
Сургут, Россия*

Оценка научно-технического уровня (НТУ) стартовых комплексов (СК) производится на каж-

дом этапе жизненного цикла разработки: технического предложения; эскизного проекта; выпуска конструкторской документации; натурных испытаний. Как правило, при этом используются образцы СК, находящихся в эксплуатации или в состоянии разработки у нас и за рубежом, показатели технического уровня которых в момент оценки отвечают высоким требованиям. Наряду с этим, в качестве аналога для сравнения может также рассматриваться СК, взамен которого разрабатывается анализируемый комплекс. В качестве эталонного образца используется условное теоретическое изделие, показатели технического уровня которого считаются теоретически предельными на момент оценки.

Авторами получены несколько патентов на полезные модели для схем СК. Поскольку они могут применяться для различных ракет космического назначения (РКН) с целью проектирования перспективных и модернизации существующих СК, указанный выше анализ по конкретным характеристикам комплекса не представляется возможным. В связи с этим, для оценки лучшей альтернативы СК целесообразен метод аналитической иерархии (МАИ), широко применяемый в настоящее время для решения различных научно – технических задач. Постановка задачи, решаемой с помощью метода МАИ, заключается обычно в следующем. Дано: общая цель решения задачи; N критериев оценки альтернатив; n альтернатив. Требуется: выбрать наилучшую альтернативу.

Подход МАИ состоит из совокупности этапов. Сначала проводится структуризация критериев. Далее лицо, принимающее решение (ЛПР), выполняет попарные сравнения элементов каждого уровня. Результаты сравнений переводятся в числа при помощи специальной таблицы. Затем вычисляются коэффициенты важности для эле-

ментов каждого уровня, и подсчитывается количественный индикатор качества каждой из альтернатив и определяется наилучшая альтернатива.

Предположим, что рассматриваются несколько вариантов модернизации современных и проектирования перспективных СК для новых ракет: А – модернизация современного СК с использованием вентиляционных установок (ВУ); В – модернизация современного СК с использованием насосных установок (НУ); С – создание перспективного СК с использованием ВУ; D – создание перспективного СК с использованием НУ; Е – создание перспективного СК минимальных размеров.

Для определения НТУ СК целесообразно использовать следующие критерии: стоимость; обеспечение безопасного старта РКН; защита элементов СК; надежность работы систем СК. Сначала попарно сравниваются заданные альтернативы (конкретные СК) по каждому критерию отдельно.

Для расчета коэффициентов важности соответствующих элементов иерархического уровня вычисляются собственные векторы матрицы сравнения, а затем они нормируются. Формула для этих вычислений состоит в следующем: извлекается корень n-й степени (n — размерность матрицы сравнений) из произведений элементов каждой строки.

Количественный индикатор качества каждой из альтернатив исследуемых видов СК осуществляется суммированием произведения веса каждого критерия на важность соответствующей альтернативы.

Для пяти вариантов СК проведенный анализ позволил определить, что наилучшей альтернативой является D — создание перспективного СК с использованием насосных установок.

## ***Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники***

***11-25 июля 2009 г.***

### ***Химические науки***

#### **МЕДИЦИНСКИЙ АСПЕКТ КОСМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ**

Двадненко М.В., Привалова Н.М., Ракушина Е.М.  
*Кубанский государственный технологический университет  
Краснодар, Россия*

XX век вошел в историю цивилизации под знаком становления космизма, как определяющего фактора в жизни человека и биосфере в целом. Вот почему и в XXI веке проблема «Космос-биосфера-человек» является одной из основных проблем, стоящих перед человечеством. А. Л. Чижевский, основоположник гелиобиологии, космической экологии ещё в 1915 году ука-

зал на существование зависимости между пятнообразовательной деятельностью Солнца и эпидемиями холеры, гриппа. Он выявил медико-экологические аспекты проблемы «Солнце-биосфера». К космическим воздействиям на биосферу, а, значит и на человека следует отнести: гравитационное притяжение Земли, Солнца, Луны и других планет, вращение Земли вокруг своей оси, вокруг Солнца, давление, температуру и влажность воздуха, а также более «тонкие» воздействия космоса на биологическом уровне, проявляющееся в виде различного рода излучений и электромагнитных полей внеземного происхождения.