

Ситуационность модели обуславливается функционированием транспортных объектов и соответствующим классом задач. Для того, чтобы событие относительно транспортного объекта (процесса обеспечения безопасности транспортного объекта) состоялось, необходимо появление ситуаций, при которых это событие может быть реализовано.

Ситуация – совокупность условий возникновения события. Событие реализуется, если выполнены условия его реализации. Условие может быть невыполнено (его емкость равна нулю), выполнено (его емкость равна единице), выполнено с n -кратным запасом (его емкость равна n , где n – натуральное число).

Показатели количественной оценки ССМ: связность, достижимость, избыточность, компактность. Показатель связности $\gamma_{зв}$ для ССМ с n узлами $\gamma_{зв} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^{(c)}$. Показатель избыточности

$\alpha = \gamma_{зв} - 1$. Показатель достижимости $\delta_d = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^{(d)}$. Показатель компактности $\kappa = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^{(p)}$.

$a_{ij}^{(c)}, a_{ij}^d, a_{ij}^p$ – элементы соответствующих матриц смежности, достижимости и расстояний.

ССМ должна быть: достоверной; адекватной; целенаправленной; простой и понятной пользователю; полной; надежной; такой, что предполагает модификацию. Для адекватного отражения связи между входом и выходом в ССМ используются понятия «состояние» и «ситуация». Состояние $z(t_i)$ является совокупностью свойств (состояний, ситуаций) ССМ, знания которых в момент времени t_i , позволяет определить его поведение в моменты времени $t > t_i$.

Моделирование процессов функционирования транспортных объектов, процессов обеспечения безопасности транспортных объектов должно начинаться с описания всех компонент общесистемной модели, определения их содержания и областей изменений. Необходимо определить: интервал времени, в котором происходит функционирование ССМ; входные и выходные воздействия и области их возможных изменений; множества характеристик состояния и область их возможных изменений.

Предложенная модель (ССМ): позволяет прогнозировать поведение сложных транспортных объектов, а также процессов обеспечения их безопасности; учитывает (в силу ее динамичности) возможность появления нового вида транспортных объектов и процессов обеспечения их безопасности; адекватно реагирует на локальные и глобальные факторы влияния на транспортные объекты; динамически изменяет свою форму и позволяет учитывать новые данные для более точного прогнозирования развития и совершенствования соответствующих транспортных объектов или процессов обеспечения их безопасности.

УДК 629.7.048.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

О. В. ТУШАВИНА

Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация

Система тепловой защиты летательного аппарата (ЛА) представляет собой комплекс технических средств, предназначенных для обеспечения в процессе полета необходимого эксплуатационного уровня температур как конструкции аппарата, так и его отсеков.

При создании новых летательных аппаратов ракетно-космической техники на этапе их проектирования ставится задача выбора рациональной системы тепловой защиты. При этом в качестве исходных данных для проектирования таких систем должны учитываться различные физико-химические факторы, действующие на тепловую защиту, время и место их действия, размеры и геометрическая форма ЛА, степень требуемой надежности т.д. Многолетний опыт создания таких систем показал, что неучет при разработке системы хотя бы одного из этих факторов может привести к очень серьезным, нежелательным последствиям. Классификация систем тепловой защиты определяется классом летательного аппарата. Их структура характеризуется программой, поставленной перед летательным аппаратом данного класса.

В работе рассматривается комплекс мер, позволяющий эффективно управлять активным и пассивными системами тепловой защиты ЛА.

Сделан анализ различных теплозащитных принципов, например организации транспирационного, пористого охлаждения конструкции вдувом газа в пограничный слой через пронцаемую стенку и использования их при работе конструкции в кислородосодержащих средах.

Приведены примеры использования систем тепловой защиты при различных перепадах температур.

Работа выполнена в Московском авиационном институте в рамках выполнения гранта РФФИ (проект № 20-08-00880).

УДК 629.7.048.7

МЕТОДОЛОГИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИХ СРЕД

О. В. ТУШАВИНА

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

На основе всесторонних исследований изложены основные принципы по разработке тепловой защиты современных летательных аппаратов в экстремальных условиях.

Из комплекса задач, возникающих при исследовании и разработке тепловой защиты летательных аппаратов ракетно-космической техники, наиболее сложной является изучение особенностей механизма разрушения теплозащитных материалов (ТЗМ) в условиях, соответствующих траекторным факторам воздействия. Как отмечалось ранее, физическая природа этих факторов и диапазон изменения их параметров достаточно широк. Например, в случае теплосилового воздействия температура торможения набегающего потока может меняться от нескольких сот градусов до нескольких тысяч и даже десятков тысяч градусов, а давление торможения – от 10^3 Па до 10^7 Па. Тепловая защита многофазовой космической системы, начиная с момента предстартовой подготовки и до момента завершения летной программы-посадки, должна выдержать различные внешние факторы [1–4]. В силу сложности большинства физико-химических процессов, сопутствующих механизму разрушения ТЗМ, последний может быть детально изучен только с помощью широких экспериментальных исследований. Наконец, сочетание теории и результатов экспериментальных исследований дает возможность разработать математические модели расчета тепловой защиты, сконструированной из комплекса самых разнообразных по назначению ТЗМ.

Экспериментально-теоретические принципы теплозащиты предполагают совместное проведение стендовых климатических испытаний [5, 6] теплозащитных материалов многофазового использования. На основе полученных данных проводится математическое моделирование и численный эксперимент для получения основных конструктивных параметров системы тепловой защиты современных летательных аппаратов.

Работа выполнена в Московском авиационном институте в рамках выполнения гранта РФФИ (проект № 20-08-00880).

Список литературы

1 Афанасьев, В. А. Тепло- и массообмен при взаимодействии космических тел с высокоскоростным газовым потоком / В. А. Афанасьев, О. В. Тушавина, Ю. В. Чудецкий // Международная конференция «Тунгуска-96». – Болонья (Италия), 1996. – С. 31.

2 Проблемы испытаний углерод-углеродных композитов для тепловой защиты высокоскоростных летательных аппаратов / В. А. Афанасьев [и др.] // Полет. – 2004. – № 3. – С. 40–45.

3 Исследование свойств пористых теплозащитных материалов в условиях резкого изменения давления, бароудара / В. А. Афанасьев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Серия Авиационная техника. – 2017. – № 4. – С. 158–161.

4 Tushavina, O. V. Reducing the infiltration at vacuum chambers to obtain ultrahigh vacuum / O. V. Tushavina // Russian Engineering Research. – 2017. – Vol. 37. – No. 5. – P. 397–400.

5 Афанасьев, В. А. Методы и средства экспериментальной обработки многофазовых теплозащитных материалов в условиях климатических воздействий / В. А. Афанасьев, О. В. Тушавина // Вестник Московского авиационного института. – 2016. – Т. 23. – № 4. – С. 95–102.

6 Rabinskiy, L. N. Experimental investigation and mathematical modelling of heat protection subjected to high-temperature loading / L. N. Rabinskiy, O. V. Tushavina // Periodico Teche Quimica. – 2018. – No. 15(1). – P. 321–329.