

УДК 629.7.01

Воспроизведение температурных полей в конструкциях с подкрепляющими элементами на стендах с радиационным нагревом

Гвоздев Михаил Сергеевич^(*)

sigma@vpk.npomash.ru

Лопухов Игорь Иванович

sigma@vpk.npomash.ru

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Московская обл., Россия

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния комбинированного метода нагрева на воспроизведение температурных полей в конструкции топливного отсека летательного аппарата в условиях стенда. При комбинированном методе нагрева испытываемая конструкция одновременно подвергается радиационному нагреву и воздействию потока воздуха при вынужденной конвекции. В работе приведены результаты исследования влияния комбинированного метода испытаний на температурное поле конструкции топливного отсека при различных скоростях потока воздуха.

Ключевые слова: тепловые испытания, радиационные нагреватели, комбинированный метод, летательный аппарат, топливный отсек, подкрепляющие элементы

Введение. Проведение тепловых испытаний материалов и элементов конструкций летательных аппаратов, получение данных об отклике испытываемой конструкции (материала) на воздействие внешних нагрузок является неотъемлемой частью процесса создания современных летательных аппаратов. В процессе проектирования конструкций летательных аппаратов, подбора материалов и выбора облика создаваемого изделия зачастую необходимо проведение эксперимента с целью получения данных о правильности принятых технических решений.

При проведении тепловых и теплопрочностных испытаний на стендах с радиационными излучателями аэродинамический нагрев (в основном конвективный) имитируется радиационным нагревом. Физические законы конвективного и лучистого теплообменов различны и данный подход к проведению тепловых испытаний в ряде случаев приводит к неточности в воспроизведении температурного состояния конструкций летательных аппаратов [1, 2]. В полете тепловой поток, поступающий в конструкцию, зависит от коэффициента теплоотдачи и температурного напора, тогда как плотность теплового потока, поступающего от радиационного нагревателя в испытываемую конструкцию, практически одинакова по нагреваемой поверхности. Данное различие между лучистым и конвективным теплообменами оказывает влияние на воспроизведение температурного состояния конструкций, имеющих в составе смежные элементы различной толщины, каркасированные элементы и элементы конструкции, изготовленные из различных материалов [3]. В условиях полета к более теплоемким элементам конструкции и соответственно

более холодным, подводится большее количество теплоты по сравнению с радиационным методом, применяющимся в процессе наземной отработки элементов конструкций летательных аппаратов. При нагреве конструкций летательных аппаратов излучением в стендовых условиях воспроизвести особенности температурного состояния конструкций, имеющих место при аэродинамическом нагреве, сложно. В результате менее теплоемкие участки могут перегреваться, а более теплоемкие недогреваться.

Материалы и методы; результаты. В целях получения данных о температурных полях в конструкции топливного отсека при использовании радиационного и комбинированного методов [4, 5], проведения сравнения между ними и апробации применимости комбинированного метода нагрева в реальных условиях на натурной конструкции, были проведены испытания для каждого из данных методов. Нагрев конструкции тоннеля топливного отсека осуществлялся по заданному одинаковому температурному режиму для комбинированного и радиационного методов.

При нагреве конструкции радиационным методом на нагреватель подавалось напряжение, значение которого регулировалось с помощью тиристорного преобразователя. Нагрев конструкции с использованием комбинированного метода нагрева осуществлялся аналогичным способом. При комбинированном методе осуществлялась подача воздуха во внутренний канал топливного отсека. Воздух подавался с различной скоростью от осевого вентилятора. В процессе испытаний измерялись температура объекта испытаний и энергетические характеристики нагревателя.

Полученные экспериментальные данные показывают возможность увеличения температуры на оболочке в зоне подкрепляющего элемента при использовании комбинированного метода нагрева, что позволяет воспроизвести температурное поле в конструкции наиболее близкое к температурному полю в полете.

Заключение. Результаты проведенной работы показывают, что при использовании комбинированного метода испытаний возможно увеличить величину теплового потока, поступающего в элемент подкрепления, что позволяет уменьшить температурные неравномерности в месте стыка оболочки с подкрепляющим элементом и таким образом снизить различие в температурном состоянии конструкции между радиационным и аэродинамическим нагревами.

Список источников

- [1] Баранов А.Н. *Статические и теплопрочностные испытания летательных аппаратов*. Москва, ЦАГИ, 2009.
- [2] Полежаев Ю.В., Резник С.В., Баранов А.Н. *Материалы и покрытия в экстремальных условиях. Взгляд в будущее. Т. 3. Экспериментальные исследования*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

-
- [3] Дракин И.И. *Аэродинамический и лучистый нагрев в полете*. Москва, Оборонгиз, 1961.
 - [4] Сергеев А.С. *Способ воспроизведения в лабораторных условиях аэродинамического нагрева и охлаждения летательных аппаратов или их отдельных частей*. Патент № 599583/40 СССР, бюл. № 13, 2 с.
 - [5] Гвоздев М.С., Лопухов И.И. Моделирование температурного состояния конструкций с силовым набором на примере топливного отсека летательного аппарата в условиях радиационного нагрева. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение*, 2024, № 2 (149), с. 194–208.