

УДК 629.7.01

Методика нанесения терморегулирующих покрытий на конструкции летательных аппаратов при тепловых испытаниях на стендах радиационного нагрева

Гвоздев Михаил Сергеевич^(*)sigma@vpk.npomash.ru
SPIN-код: 9574-4630

Афанасьев Владимир Николаевич

sigma@vpk.npomash.ru

Лопухов Игорь Иванович

sigma@vpk.npomash.ru
SPIN-код: 9148-7033

Мохов Владимир Леонидович

sigma@vpk.npomash.ru

Филимонов Александр Борисович

sigma@vpk.npomash.ru

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Россия

Аннотация. Представлен способ экспериментального моделирования температурного состояния конструкций с применением радиационных нагревателей и терморегулирующих покрытий. Приведены результаты тепловых испытаний образцов конструкций летательных аппаратов (ЛА) с нанесенными теплопоглощающими покрытиями на стенде радиационного нагрева. Проведено сравнение температурных полей объектов испытаний в исходном состоянии и с измененными оптическими характеристиками поверхности. Приведены преимущества представленного метода и рассмотрены возможности его применения при проведении наземной экспериментальной отработки теплопрочности конструкций ЛА.

Ключевые слова: тепловые испытания, радиационные нагреватели, летательный аппарат, экспериментальное моделирование, терморегулирующие покрытия

Введение. Аэродинамический нагрев ЛА (в основном конвективный) в полете по своей физической природе отличается от радиационного нагрева на стенде. Известны несколько способов уменьшения данной методической погрешности при воспроизведении температурного состояния конструкции. Один из них — увеличение количества независимых зон нагрева [1]. Однако количество зон управления нагревом ограничено и не всегда возможно напротив каждого шпангоута установить дополнительный нагреватель с независимым управлением. Другой способ заключается в комбинировании радиационного нагрева и обдува конструкции холодным потоком воздуха [2]. При применении данного метода испытаний, возможно подобрать режим обдува конструкции потоком воздуха, воспроизводящий коэффициенты теплоотдачи, обеспечивающие температурные поля в конструкции наиболее близкие к температурным полям в условиях полета. Также известны методы нагрева при тепловых испытаниях, когда на определенные участки конструкции наносится специальное терморегулирующее покрытие (ТРП) с заданными коэффициентами поглощения излучения [3]. Основная проблема данного метода заключается в правильном определении точных границ участков для

нанесения ТРП и подборе соответствующих оптических характеристик ТРП для каждого участка. Не менее важна и технология нанесения ТРП, обеспечивающая необходимую точность.

Методы и материалы; результаты. В настоящей работе приведены вновь разработанные методика и технология нанесения ТРП на натурные конструкции ЛА перед проведением теплопрочностных испытаний. В рамках данной методики предварительно проводятся калориметрические испытания с регистрацией тепловизионной камерой температурных неравномерностей в конструкции. По полученной термограмме на специальном оборудовании изготавливается трафарет для нанесения ТРП. Количество и плотность отверстий на различных участках трафарета соответствуют температурному распределению на полученной термограмме. Так, в зоне низких температур (более темной на термограмме) прожигается большее количество отверстий. При переходе к более нагретым участкам количество и плотность отверстий соответственно автоматически изменяются. Трафарет накладывается на поверхность ОИ или его калориметрический макет и через его отверстия выбранным способом наносится покрытие в виде пятен с переменными плотностью и распределением по поверхности.

Заключение. Разработана методика нанесения ТРП с использованием трафарета. Полученные экспериментальные данные показывают возможность повышения точности воспроизведения температурного состояния конструкции ЛА при использовании вышеизложенной методики испытаний.

Список источников

- [1] Баранов А.Н. *Статические и теплопрочностные испытания летательных аппаратов*. Москва, ЦАГИ, 2009.
- [2] 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. Сер. Машиностроение*, 2024, № 2 (149), с. 194–208.
- [3] Страполова В.Н. *Разработка терморегулирующего покрытия, содержащего наночастицы оксидов металлов*. Дис. ... канд. хим. наук. Москва, 2017.