

УДК 621.18.062

## Бесконтактное измерение температуры при теплопрочностных испытаниях

Афанасьев Владимир Николаевич

sigma@vpk.npomash.ru

Гвоздев Михаил Сергеевич<sup>(\*)</sup>

sigma@vpk.npomash.ru

Лопухов Игорь Иванович

sigma@vpk.npomash.ru

Мохов Владимир Леонидович

sigma@vpk.npomash.ru

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

**Аннотация.** Рассмотрена методика бесконтактного измерения температуры поверхности объекта испытания при нагреве инфракрасными излучателями. Предложен способ, позволяющий минимизировать искажающее влияние на показания тепловизора отраженного излучения нагревателя за счет разнесения по спектру рабочего диапазона тепловизора и излучения нагревателя. Приведены результаты бесконтактного измерения температуры поверхности объекта испытания при нагреве инфракрасными излучателями в сравнении с контактными измерениями с помощью термопар.

**Ключевые слова:** инфракрасный излучатель, тепловизор, термопара, спектральный диапазон, объект испытания

**Введение.** В качестве нагревателей при теплопрочностных испытаниях конструкций ЛА наибольшее распространение получили инфракрасные излучатели [1, 2]. Контроль температуры нагреваемой поверхности объекта испытания (ОИ) осуществляется в основном контактными датчиками-термопарами [3–5]. Для получения информации о распределении температуры на неоднородной поверхности сложной формы необходимо устанавливать большое количество термопар. На подвижные, например вращающиеся ОИ, установить термопары затруднительно, а зачастую просто невозможно.

Другим распространенным способом измерения температуры поверхности нагрева является бесконтактное измерение с помощью тепловизоров и пирометров.

Применение бесконтактных способов измерений ограничено из-за наложения на измеряемое собственное излучение ОИ излучения нагревателей.

**Материалы и методы; результаты.** Из всех видов инфракрасных излучателей наибольшее распространение получили галогенные лампы накаливания (ГЛН). В ГЛН источником излучения служит вольфрамовая спираль, помещенная в колбу из кварцевого стекла. Сама вольфрамовая спираль имеет непрерывный по длине волны спектр излучения. А вот кварцевая трубка лампы имеет ограниченный диапазон пропускания до 4500 нм. Излучение вольфрамовой спирали с большой длиной волны кварцевая трубка поглощает, нагревается и излучает как твердое тело в непрерывном спектре. В общем тепловом потоке от лампы накаливания на номинальном режиме (220 В) это излучение не превышает 14 % [2]. Значения приведены для случая охлажде-

ния трубки лампы в условиях естественной конвекции. Если же лампу принудительно обдувать воздухом, то в тепловом потоке дол излучения трубки лампы будет еще меньше.

Ели при измерении использовать тепловизор с рабочим диапазоном более 4500 нм, то на его показания не должно повлиять отраженное от ОИ излучение нагревателя.

Были проведены испытания плоских образцов в виде титановых пластин толщиной 1,2 мм с матовым черным покрытием со степенью черноты  $\varepsilon = 0,88$ . С обратной стороны были приварены термопары. Температура нагреваемой стороны измерялось тепловизором с длиной волны от 7000 нм до 14000 нм.

**Заключение.** Результаты работы показали возможность применения бесконтактного способа измерения температуры поверхности ОИ в условиях инфракрасного нагрева галогенными лампами при использовании средств измерений с рабой длиной волны более 4500 нм. Способ можно рекомендовать в первую очередь для измерения температур подвижных ОИ.

#### Список источников

- [1] Баранов А.Н. *Статические и теплопрочностные испытания летательных аппаратов*. Б. м., ЦАГИ, 2009.
- [2] Елисеев В.Н., Товстоног В.А. *Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.
- [3] Серьезнов А.Н. *Измерение при испытаниях авиационных конструкций на прочность*. Москва, Машиностроение, 1976.
- [4] Кулаков М.В., Макаров Б.И. *Измерение температуры поверхности твердых тел*. Москва, Энергия, 1979.
- [5] Боровкова Т.В. Елисеев В.Н., Лохов И.И. Повышение точности измерения температуры при испытаниях на стенде радиационного нагрева элементов конструкций из низкотеплопроводных материалов. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2006, № 3, с. 51–53.