

Технический проект

**Автоматизированная
контроля дефектов системы
лопаток АСК-150И с помощью**



**установка для теплового
охлаждения турбинных
системы «ThermoTom»**

1. Габариты лопаток:

Высота(Z): 10 – 150 мм
Ширина(X): 10 – 50 мм
Глубина(Y): до 20 мм
Толщина: 0.4 – 4.0 мм

2. Система контроля включает:

- **Измерительный модуль**, в состав которого входят:
 - ✓ Две тепловизионные системы, размещенные на специальных направляющих с возможностью фокусировки и позиционирования относительно лопатки.
 - ✓ Узел крепления лопатки с подведенными к нему газовыми шлангами и встроенной термопарой.
 - ✓ Система нагрева лопатки потоком горячего воздуха.
 - ✓ Компьютер (ноутбук) с установленным программным обеспечением (стандартным и специализированным).
 - ✓ Принтер.
 - ✓ Дополнительные приспособления для калибровки измерительного модуля, измерения температуры основания, защитные экраны и т.п.
- **Компрессорный модуль**, в состав которого входит:
 - ✓ Компрессор с ресивером(50-200л)
 - ✓ Устройство автоматического управления воздушным напором (управляется программно с помощью компьютера)
 - ✓ Защитные сетки, предусмотренные правилами ТБ.
- **Устройство** для предварительного термостатирования лопаток

3. Процедура измерения:

- Предварительное термостатирование серии лопаток при температуре 50 С°
- Закрепление лопатки в специализированном гнезде (выполняется оператором)

Дальнейшие процедуры выполняются в автоматическом режиме без вмешательства оператора после нажатия кнопки «пуск».

- Съемка лопатки с двух сторон тепловизионной системой и определение распределения коэффициента излучения по поверхности лопатки.
- Интенсивный нагрев лопатки и части основания горячим воздухом до температуры 250-300 С° в течение 30-120 секунд (в зависимости от параметров лопатки).
- Естественное выравнивание температуры в лопатке в течение 30-60 сек.
- Одновременная съемка тепловизионной системой и уточнение распределения коэффициента излучения

- Продувка внутренней области лопатки сжатым воздухом в течение 2-15 секунд (до условной границы наступления регулярного режима) с одновременной тепловизионной съемкой (давление воздуха из ресивера 8-6 атм.).
- Съемка нагрева лопатки в режиме «тепловая волна» потоком тепла от нагретого основания с одновременной съемкой в течение 20-60 секунд
- Повторная продувка лопатки воздухом из ресивера в течение 15-60 секунд при пониженном давлении на входе в лопатку (4-2 атм.) с одновременной тепловизионной съемкой.

Общее время контроля одной лопатки 120-300 секунд (в зависимости от ее параметров).

4. Обработка результатов измерений.

Проводится в автоматическом режиме сразу по завершении процедуры контроля по специальному алгоритму. Время на обработку и формирования файла отчета не превышает времени контроля лопатки.

5. Файл отчета содержит:

- Информацию о спецификации лопатки (серия, заводской номер и т.п.)
- Фото лопатки с обеих сторон в обычном и ИК формате с указанием мест возможных нарушений качества теплозащитного покрытия.
- Результат обработки данных измерения по специальному алгоритму с указанием локальных зон нарушения качества охлаждения
- Интегральную оценку качества охлаждения и вывод о пригодности лопатки (по согласованию с заказчиком и с учетом тестовых испытаний).

6. Метрологические параметры контроля

- Локализация дефектных зон системы охлаждения лопатки на поверхности – не хуже 5% от габаритов лопатки.
- Оконтуривание дефектных зон на уровне: 5%; 10%; 15% от параметров эталонной лопатки (образ эталонной лопатки формируется и хранится в памяти компьютера в процессе калибровочных и тестовых испытаний системы).
- Погрешность определения интегрального параметра качества охлаждения не хуже 2,5% от эталонного значения.

7. Настройка и калибровка системы

Для подготовки системы к контролю новой спецификации лопаток требуется:

- ✓ Перенастройка оборудования под новые габариты лопаток
- ✓ Оптимизация параметров процедуры измерений и их перепрограммирование
- ✓ Адаптация параметров программы (алгоритма) обработки результатов
- ✓ Проведение тестовых и калибровочных испытаний
- ✓ Создание на их основе образа «эталонной лопатки»
- ✓ Согласование и перенастройка критериев дефектности для формирования файла отчета.

Эти процедуры выполняются разработчиком. Время, необходимое для их проведения зависит от производственных условий и не превышает 2 месяцев.

8. Технические параметры системы

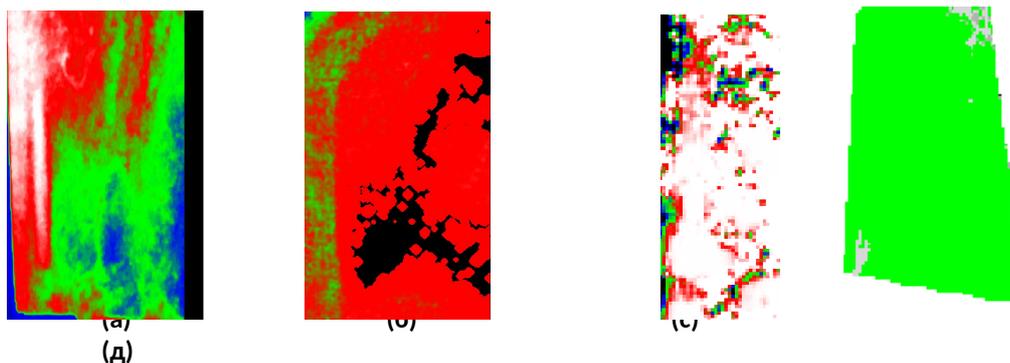
Напряжение питания однофазной сети, В	220 ±22
Частота питающей сети, Гц	50 ±1
Потребляемая мощность, кВт, не более	5
Максимальная рабочая температура нагрева лопатки, С°	300
Максимальное рабочее давление на входе в каналы охлаждения лопатки, атм.	8
Диапазон рабочих температур окружающей среды, С°	10- 40
Масса компрессорного модуля, кг, не более	100
Масса измерительного модуля, кг, не более	20
Габаритные размеры измерительного стенда, мм, не более	800x550x400
Габаритные размеры компрессорного модуля, мм, не более	900x650x1100

Описание

Установка «**ThermoTom**» реализует новый способ теплового неразрушающего контроля охлаждаемых лопаток турбин авиационных двигателей. В отличие от известных методов в ней используется комбинация методов термостатирования, продувки, тепловой волны. При этом используется информация как о поперечных (по отношению к поверхности лопатки), так и продольных тепловых потоках. Также в алгоритме обработки анализируются все фазы нагрева или охлаждения (начальная, регулярная и стационарная).

Использование метода проекционной динамической тепловой томографии в некоторых случаях позволяет дополнительно выявлять геометрические особенности внутренней структуры лопаток.

Основным результатом контроля является выявление дефектных зон охлаждения, их локализация с высокой точностью, оценка дефектности и расчет интегрального параметра качества охлаждения. Последний позволяет сделать вывод о пригодности лопатки к эксплуатации.



А- кадр исходного термофильма

Б- фрагмент расшифровки степени охлаждения области пера лопатки

С- фрагмент расшифровки степени охлаждения в области выходных отверстий передней кромки (с противоположной стороны)

Д- пример изображения лопатки с локализацией дефектных областей (степень охлаждения хуже эталонной более 5%)