

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F28D 15/02 (2018.08); G01J 5/00 (2018.08)

(21) (22) Заявка: 2018116914, 07.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.05.2018Дата регистрации:
23.04.2019Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 07.05.2018

(45) Опубликовано: 23.04.2019 Бюл. № 12

Адрес для переписки:
173004, г. Великий Новгород, ул. Федоровский
ручей, 2/13, АО "ОКБ-Планета"

(72) Автор(ы):

Карачинов Владимир Александрович (RU),
Килиба Юрий Владимирович (RU),
Петров Дмитрий Александрович (RU),
Ионов Александр Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

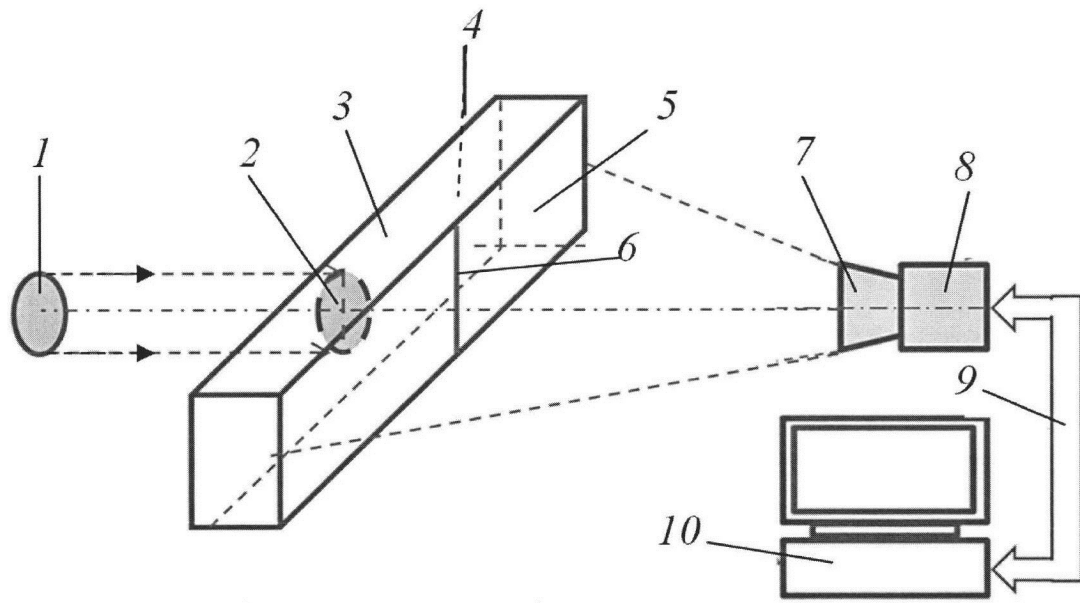
Акционерное общество "ОКБ-Планета" (АО
"ОКБ-Планета") (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2456524 C1, 20.07.2012. RU
2059960 C1, 10.05.1996. US 6535628 B2,
18.03.2003. US 6337794 B1, 08.01.2002.

(54) Способ контроля качества тепловой трубы

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплотехнике, а именно к методам контроля качества тепловых труб с симметричной структурой. Предлагаемый способ позволяет исключить фоновое излучение и переотражение от поверхности тепловой трубы подводимого для ее нагрева инфракрасного излучения при использовании бесконтактных методов импульсного подвода тепла и измерения температур. На поверхности тепловой трубы пространственно разделяют зону локализации импульсного источника теплового потока и зону измерения температур поверхности тепловой

трубы. При этом измерение температур поверхности тепловой трубы осуществляется по регистрируемому в инфракрасном диапазоне длин волн яркостному контрасту контролируемой поверхности, а импульсный подвод тепла к середине поверхности тепловой трубы осуществляется радиационным методом со стороны, противоположной стороне измерения температуры. Техническим результатом изобретения является повышение информативности и достоверности контроля качества тепловой трубы. 2 ил.



Фиг.1

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F28D 15/02 (2018.08); *G01J 5/00* (2018.08)(21) (22) Application: **2018116914, 07.05.2018**(24) Effective date for property rights:
07.05.2018Registration date:
23.04.2019

Priority:

(22) Date of filing: **07.05.2018**(45) Date of publication: **23.04.2019** Bull. № 12

Mail address:

**173004, g. Velikij Novgorod, ul. Fedorovskij
ruchej, 2/13, AO "OKB-Planeta"**

(72) Inventor(s):

**Karachinov Vladimir Aleksandrovich (RU),
Kiliba Yuriy Vladimirovich (RU),
Petrov Dmitrij Aleksandrovich (RU),
Ionov Aleksandr Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "OKB-Planeta" (AO
"OKB-Planeta") (RU)**(54) **METHOD FOR QUALITY CONTROL OF HEAT PIPE**

(57) Abstract:

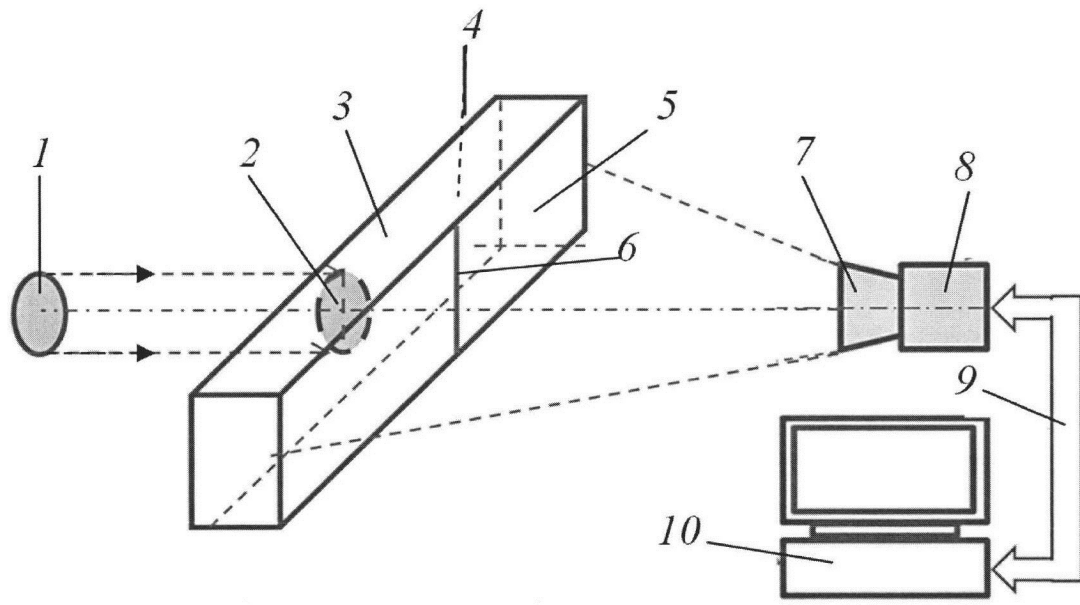
FIELD: heating equipment.

SUBSTANCE: invention relates to heat engineering, in particular to methods for monitoring the quality of heat pipes with a symmetrical structure. Proposed method allows to exclude the background radiation and the reflections from the surface of the heat pipe supplied for its heating of infrared radiation using non-contact methods of pulsed heat and temperature measurement. On the surface of the heat pipe spatially separate the localization zone of the pulsed source of heat flow and the area for measuring the temperature of the surface

of the heat pipe. In this case, the temperature measurement of the surface of the heat pipe is carried out on the brightness contrast of the surface being monitored in the infrared wavelength range, and pulsed heat supply to the center of the heat pipe surface is performed by the radiation method on the side opposite to the temperature measurement side.

EFFECT: increasing the information content and reliability of heat pipe quality control.

1 cl, 2 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к теплотехнике, а именно к методам контроля качества тепловых труб с симметричной структурой.

Известен способ контроля качества симметричной тепловой трубы на нестационарном режиме, в котором импульсный подвод тепла осуществляют к середине тепловой трубы и определяют расстояние до зон с одинаковой температурой, а о качестве тепловой трубы судят по соотношению этих расстояний, при этом зону дефекта определяют как расстояние от точки с одинаковой температурой, наиболее близкой к зоне теплоподвода до ближайшего к ней конца тепловой трубы. (Патент РФ №2059960, Кл. F28D 15/02, опубл. 1996) [1].

Недостатком данного способа является низкая информативность и достоверность контроля, обусловленная невозможностью получения в реальном масштабе времени изображения температурного поля контролируемой области тепловой трубы, а также погрешностью измерения температуры, вызванной сложностью обеспечения надежного контакта датчика температуры и нагревателя с поверхностью корпуса тепловой трубы и наличия неконтролируемых тепловых потоков.

Наиболее близким по техническому решению является принятый за прототип способ контроля качества тепловой трубы путем импульсного подвода тепла к середине тепловой трубы со стороны измерения температуры, которую измеряют по разные стороны контрастной метки. При этом используют бесконтактные оптические методы подвода тепла и измерения температуры на длинах волн инфракрасного диапазона, а также цифровые методы обработки регистрируемого яркостного контраста теплового поля, а о качестве тепловой трубы судят по величине асимметрии изотермической поверхности относительно зоны подвода тепла, а зону дефекта определяют по искажению формы изотермических линий (Патент №2456524, МПК F28D 15/02, 20.07.2012 Бюл. №20.) [2].

Недостатком данного способа является сильная зависимость качества регистрируемого яркостного контраста теплового поля от фонового излучения, попадающего во входной объектив тепловизора за счет процессов переотражения от поверхности тепловой трубы инфракрасного излучения, подводимого для ее нагрева.

Технической проблемой предлагаемого способа является исключение фонового излучения и переотражения от поверхности тепловой трубы инфракрасного излучения, подводимого для ее нагрева при использовании бесконтактных методов импульсного подвода тепла и измерения температур.

Технический результат заключается в повышении информативности и достоверности контроля и достигается за счет того, что на поверхности тепловой трубы пространственно разделяют зону локализации импульсного источника теплового потока и зону измерения температур поверхности тепловой трубы. При этом, измерение температур поверхности тепловой трубы осуществляется по регистрируемому в инфракрасном диапазоне длин волн яркостному контрасту контролируемой поверхности, а импульсный подвод тепла к середине поверхности тепловой трубы осуществляется радиационным методом со стороны противоположной стороне измерения температуры. Так же, как и в прототипе, осуществляют обработку зарегистрированного тепловизионного изображения контролируемой поверхности, где по характеру искажения линий изотерм выявляются дефектные области, а по степени асимметрии изотермических поверхностей теплового поля контролируемой поверхности относительно зоны подвода тепла судят о качестве тепловой трубы. При пространственном разделении зоны локализации импульсного источника теплового потока и зоны измерения температур поверхности, конструкция тепловой трубы в

рамках габаритных размеров по отношению к источнику инфракрасного излучения выполняет роль теплового экрана (см. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высш. Шк., 1984, - С. 91-99). Поэтому контролируемая поверхность тепловой трубы является теневой и позволяет при локальном нагреве формировать тепловые контрасты с более высокими значениями (см. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение: Пер. с франц. М.: Мир, 1988. 416 с.), что способствует улучшению качества регистрируемого яркостного контраста теплового поля.

Для облегчения юстировки источника и тепловизора, а так же для повышения точности последующего расчета коэффициента асимметрии, в середине тепловой трубы, на стороне противоположной зоне локализации импульсного источника теплового потока одним из известных методов создают контрастную метку.

Технический результат достигается за счет того, что способ контроля качества тепловой трубы, включает бесконтактные оптические методы подвода тепла и измерения температуры на длинах волн инфракрасного диапазона, формирование контрастной метки в центре тепловой трубы, а также цифровые методы обработки регистрируемого яркостного контраста теплового поля, измерение коэффициента асимметрии изотермической поверхности, причем к одной стороне тепловой трубы производится подвод тепла, а формирование контрастной метки и измерение температуры осуществляется на стороне противоположной стороне подвода тепла.

На фиг. 1 представлена схема реализации способа.

На фиг. 2 представлено тепловизионное изображение зоны поверхности измерения температуры нагруженной тепловой трубы с симметричной структурой.

На чертеже и в тексте приняты следующие обозначения: 1 - ИК импульсный источник света; 2 - импульсный источник теплового потока; 3 - тепловая труба; 4 - зона поверхности подвода тепла; 5 - зона поверхности измерения температуры; 6 - контрастная метка; 7 - входной объектив; 8 - тепловизор; 9 - канал связи; 10 - персональный компьютер с программным обеспечением, 11 - морфология температурного поля.

Способ осуществляется следующим образом. От инфракрасного источника света 1 на время 30-120 с. подают калиброванный тепловой импульс в виде лучистого теплового потока, который за счет явления оптического поглощения создает на поверхности зоны подвода тепла 4 тепловой трубы 3 импульсный источник теплового потока 2 заданной формы. Тепловой поток от источника 2 по всем направлениям посредством теплопередачи кондукцией в материале корпуса тепловой трубы вызывает нагрев, испарение и перенос теплоносителя в паровом канале тепловой трубы (см. Дульнев Т.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высш. Шк., 1984, - С. 146-150; Дан П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы. - М.: Энергия. 1979. 272 с.). За счет известных процессов конденсации пара теплоносителя, сопровождающихся выделением тепла происходит нагрев корпуса тепловой трубы 3, в том числе, и в зоне поверхности измерения температуры 5, где формируется морфология температурного поля, отражающая состояние качества тепловой трубы (см.: Дан П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы. - М.: Энергия. 1979. 272 с.; Ивановский М.Н., Сорокин В.П., Чулков Б.Л., Ягодкин И.В. Технологические основы тепловых труб. - М.: Атомиздат. 1980. 148 с.). В середине поверхности зоны измерения температуры 5 тепловой трубы 3 создают контрастную метку в форме визирной линии 6, ось которой совпадает с осью симметрии импульсного источника теплового потока 2, находящегося на противоположной стороне тепловой трубы 3. Проведенные авторами заявки оригинальные, целенаправленные

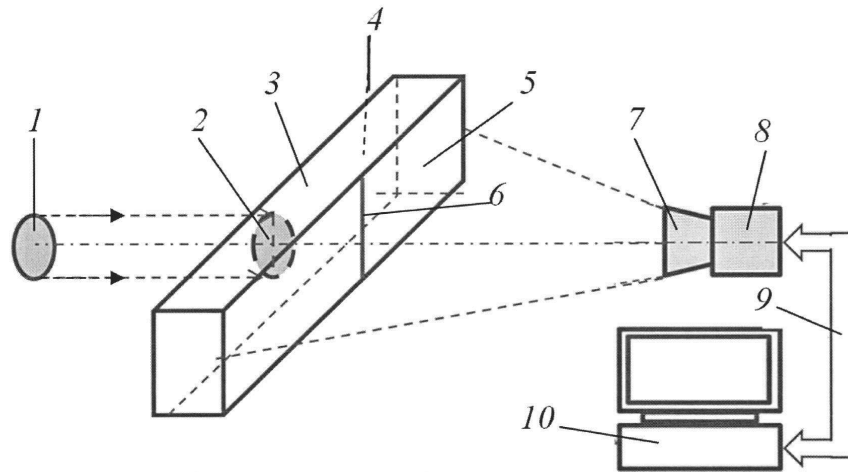
исследования в рамках натуральных экспериментов с визуализацией морфологии температурного поля в нагруженных симметричных тепловых трубах позволили установить, что в зоне поверхности измерения температуры 5 происходит синхронное распространение в противоположных направлениях тепловой трубы от импульсного источника теплового потока 2 одинаковых тепловых потоков, обеспечивающих формирование тепловых контрастов, несущих информацию о морфологических изменениях температурных полей, подлежащих технической регистрации. Формирование одним из известных методов контрастной метки 6, за счет операции юстировки измерительной системы с помощью входного объектива 7 позволяет уменьшить методическую погрешность измерений температуры и повысить точности расчета коэффициента асимметрии (см. Булашев С.В. Статистика для трейдеров - М.: Компания Спутник+, 2003. - 245 с.). Одновременно с подачей теплового импульса с помощью тепловизора 8, канала связи 9 и персонального компьютера 10 осуществляют регистрацию и запоминание изображения яркостного контраста поверхности 5 тепловой трубы 3, например, "в режиме стоп кадра" или "мультипликации". С помощью персонального компьютера 10 и программного обеспечения, реализующего известные алгоритмы цифровой обработки (см. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. - М.: Физматлит, 2001. С. 192-201; С. 251-271; С. 601-624.), на сохраненных изображениях яркостного контраста поверхности 5 тепловой трубы 3 выделяют изотермические линии (изотермы) и рассчитывают коэффициент асимметрии изотермической поверхности относительно контрастной метки 6. Для качественной тепловой трубы изотермы будут располагаться симметрично относительно контрастной метки 6 и коэффициент асимметрии будет равен нулю. На некачественной тепловой трубе зону локализации дефекта, который может являться, в том числе, как источником, так и стоком тепловой энергии, определяют на обработанных изображениях визуально по искажениям линии изотермы 11.

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет за счет пространственного разделения зоны локального импульсного нагрева тепловой трубы и зоны измерения температуры ее поверхности исключить фоновое излучение и переотражение от поверхности тепловой трубы, что повышает информативность и достоверность контроля качества тепловых труб. Технический результат достигнут.

(57) Формула изобретения

Способ контроля качества тепловой трубы, включающий бесконтактные оптические методы подвода тепла и измерения температуры на длинах волн инфракрасного диапазона, формирование контрастной метки в центре тепловой трубы, а также цифровые методы обработки регистрируемого яркостного контраста теплового поля, измерение коэффициента асимметрии изотермической поверхности, отличающийся тем, что к одной стороне тепловой трубы производится подвод тепла, а формирование контрастной метки и измерение температуры осуществляется на стороне, противоположной стороне подвода тепла.

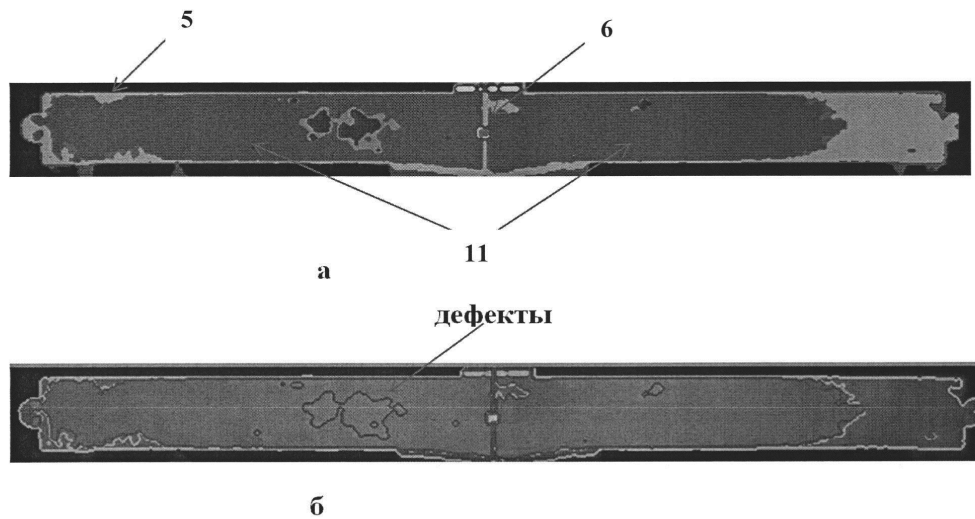
СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ



Фиг.1

1

СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ
(Информация для эксперта)



Фиг.2

а – режим термограммы б – режим изотерм.
5- зона поверхности измерения температуры; б- контрастная метка;
11- морфология температурного поля (температурный срез).