

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013151436/07, 19.11.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.11.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.11.2013

(45) Опубликовано: 10.06.2015 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU2261489 C2, 31.10.2003. RU
94037398 A1, 27.10.1996. WO98/26427,
18.06.1998. US 20130219983 A1, 29.08.2013

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им.
академ. Е.И. Забабахина", Отдел
интеллектуальной собственности, Кацману К.Б.

(72) Автор(ы):

Подгорнов Владимир Аминович (RU),
Путилин Олег Сергеевич (RU),
Лапаксин Александр Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное
предприятие "РОССИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР-
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА Е.И. ЗАБАБАХИНА" (RU)

(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

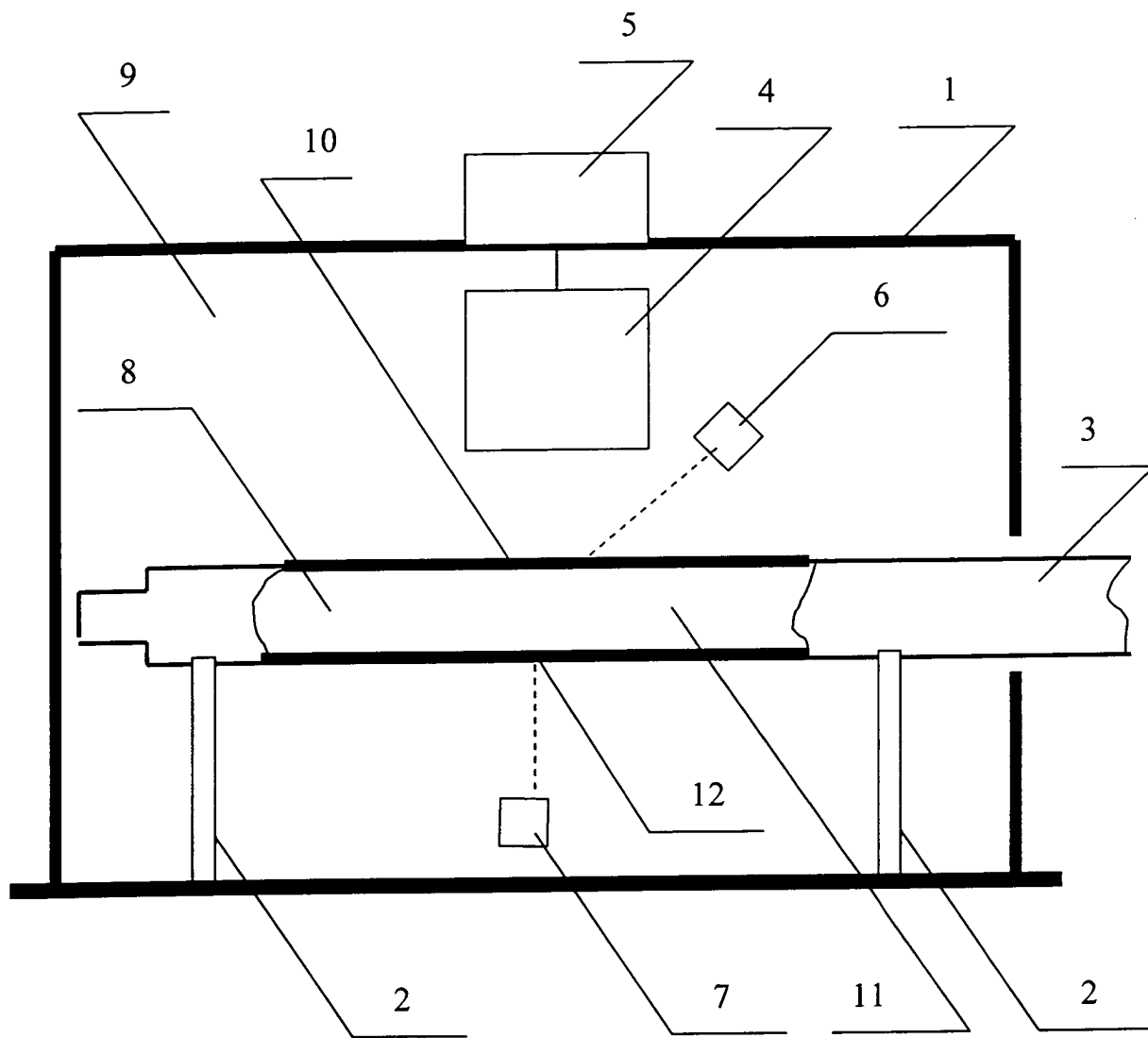
(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам контроля тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов). Способ включает определение давления гелия под оболочкой (11) тепловыделяющего элемента после его герметизации, при котором удерживают тепловыделяющий элемент (1) на позиции измерения, осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области компенсационного объема (8), регистрируют временную зависимость температуры участков оболочки в месте нагрева (10) и на противоположной стороне оболочки, по ней оценивают давление гелия и состояние тепловыделяющего элемента. Перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент

выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей среды, а после завершения контроля создают температуру окружающей среды ниже 0°C, перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с новой температурой окружающей среды, далее повторяют цикл нагрев-измерения и сравнивают полученные временные зависимости давлений при разных температурах с калибровочными зависимостями для разных давлений гелия и разными уровнями содержания воздуха в нем. Технический результат заключается в обеспечении дополнительной возможности неразрушающего контроля ТВЭЛ. 1 ил.

RU 2 552 526 C1

RU 2 552 526 C1



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013151436/07, 19.11.2013**(24) Effective date for property rights:
19.11.2013

Priority:

(22) Date of filing: **19.11.2013**(45) Date of publication: **10.06.2015** Bull. № 16

Mail address:

**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akadem.
E.I. Zababakhina", Otdel intellektual'noj
sobstvennosti, Katsmanu K.B.**

(72) Inventor(s):

**Podgornov Vladimir Aminovich (RU),
Putilin Oleg Sergeevich (RU),
Lapaksin Aleksandr Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatie "ROSSIJSKIJ FEDERAL'NYJ
JaDERNYJ TsENTR-VSEROSSIJSKIJ
NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKIJ INSTITUT
TEKHNICHESKOJ FIZIKI IMENI
AKADEMIKA E.I. ZABABAKHINA" (RU)**

(54) **HEAT-PRODUCING ELEMENT MONITORING METHOD**

(57) Abstract:

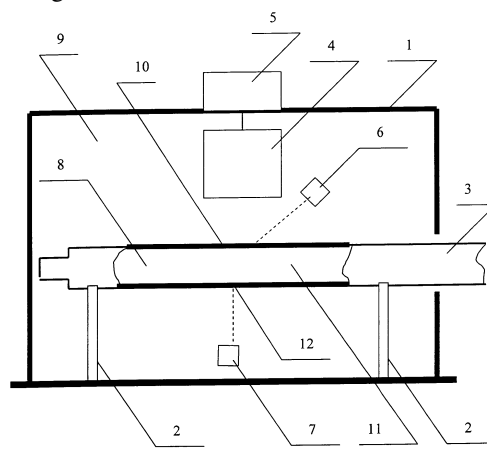
FIELD: power industry.

SUBSTANCE: invention relates to control devices of heat-producing elements (fuel elements). The method includes determination of helium pressure under the shell (11) of the heat-producing element after its sealing at which the heat-producing element (1) is sustained at the measurement position, the local pulse heating of the heat-producing element is performed in the field of the compensation volume (8), the time dependence of temperature of shell sections in the place of heating (10) is registered and on the opposite side of the shell, it is used for estimation of helium pressure and the state of the heat-producing element. Before local heating the heat-producing element is held until equalization of its temperature with ambient temperature, and after completion of monitoring the ambient temperature below 0°C is formed, before the local heating the heat-producing element is held until equalization of its temperature with new ambient temperature, then the cycle heating-measurement is repeated and the obtained time dependences of pressure at different temperatures

are compared with calibration dependences for different helium pressure and different levels of the content of air in it.

EFFECT: providing additional possibility of non-destructive control of heat-producing elements.

1 dwg



Фиг.1

Область техники, к которой относится изобретение.

Заявляемое изобретение относится к атомной энергетике, в частности к контролю тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов), и может быть использовано, например, при их изготовлении.

5 В процессе изготовления ТВЭЛа на его оболочку, снаряженную таблетками диоксида урана и заполненную гелием под давлением, выполняющим роль охлаждающей среды, устанавливают заглушку и герметизируют контактной стыковой сваркой.

Одним из показателей надежности ТВЭЛа является устойчивое давление гелия под оболочкой, которое обеспечивается благодаря его герметичности. Падение давления
10 гелия, как правило, характеризует ТВЭЛ как не герметичный. Также критичным является наличие остатков воздуха в ТВЭЛе.

В связи с этим контроль давления и наличия воздуха весьма важен для обеспечения качества ТВЭЛов.

Уровень техники.

15 Распространенным способом контроля является технологический контроль давления гелия, подаваемого в ТВЭЛ перед окончательной герметизацией. Однако возможные утечки гелия из негерметичных ТВЭЛов или сбой заполнения ТВЭЛов гелием требуют проведения контроля гелия в окончательно собранных ТВЭЛах. Кроме того, технологический контроль не обеспечивает выявления негерметичности оболочки,
20 «загрязнения» гелия воздухом, отрицательно влияющего на эксплуатационные характеристики ТВЭЛа.

Известен разрушающий метод контроля, при котором из определенной партии отбирают ТВЭЛ, и давление гелия в нем измеряют через прокол в оболочке.

Недостатком выборочного контроля является его некоторая ненадежность и издержки,
25 связанные с разрушением готового ТВЭЛа. Кроме того, как и предыдущий способ, он не обеспечивает выявления «загрязнения» гелия воздухом (оба способа см. «Разработка, производство и эксплуатация тепловыделяющих элементов энергетических реакторов», книга 2, под ред. Ф.Г. Решетникова. - М.: Энергоатомиздат, 1995 г., стр.286-288).

Наибольшее применение получили неразрушающие ультразвуковой и тепловой
30 способы контроля давления гелия под оболочкой ТВЭЛа.

Известно изобретение под названием «Способ обнаружения негерметичных ТВЭЛов», заявка на выдачу патента РФ №94037398 от 29.09.1994 г., опубл. 27.10.1996 г. Способ включает ультразвуковое сканирование ТВЭЛов в испытательном объеме, заполненном
35 водой, регистрацию ультразвуковых сигналов, отраженных от сухой и мокрой границ внутренней поверхности оболочки ТВЭЛа. Перед сканированием увеличивают давление в испытательном объеме до величины, не превышающей максимальное давление в реакторе. Кроме того, сканирование проводят до и после увеличения давления и по разности регистрируемых сигналов определяют негерметичность ТВЭЛа.

Способ позволяет при использовании повысить эффективность обнаружения
40 дефектных ТВЭЛов, уменьшить длительность процесса проверки, но не обеспечивает выявление «загрязнения» гелия воздухом.

Наиболее близким по совокупности признаков и получаемому результату к заявляемому изобретению является способ, представленный в изобретении под названием «Способ контроля и разбраковки тепловыделяющих элементов и устройство
45 для его осуществления». На изобретение выдан патент РФ №2261498, МПК G21C 17/06, G21C 17/02, опубликовано 27.09.2005 (заявка №2003132030/06 от 31.10.2003).

Этот способ выбран в качестве прототипа заявляемого изобретения.

Способ-прототип включает технологический контроль давления гелия, подаваемого

в тепловыделяющий элемент перед окончательной герметизацией, и определение тепловым методом давления гелия под оболочкой тепловыделяющего элемента после его герметизации. Для этого тепловыделяющий элемент на позиции измерения фиксируют датчиком, по сигналу которого его зажимают и удерживают в течение всего
5 времени контроля. Далее осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области компенсационного объема, регистрируют изменение температуры участков оболочки тепловыделяющего элемента при его повороте на 180° в начале и конце интервалов времени после нагрева и поворота (регистрируют временную зависимость температуры). При этом передача тепловой
10 энергии через гелий внутри тепловыделяющего элемента приводит к возникновению разности температур на участках оболочки тепловыделяющего элемента, пропорциональных давлению гелия в тепловыделяющем элементе.

Способ-прототип обеспечивает повышение качества изготовления ТВЭЛов за счет своевременного выявления и изоляции ТВЭЛов с негерметичной оболочкой и
15 надежность их эксплуатации в ядерном реакторе, но не позволяет выявить «загрязнение» гелия воздухом, отрицательно влияющее на эксплуатационные характеристики ТВЭЛов.

Задачей заявляемого изобретения является создание способа контроля, позволяющего выявлять наличие воздуха под оболочкой тепловыделяющего элемента.

Раскрытие изобретения.

20 Сущность изобретения заключается в том, что в способе контроля тепловыделяющих элементов, включающем определение давления гелия под оболочкой тепловыделяющего элемента после его герметизации, при котором удерживают тепловыделяющий элемент на позиции измерения в течение всего времени контроля, осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области компенсационного объема,
25 регистрируют временную зависимость температуры участков оболочки в месте нагрева и на противоположной стороне оболочки в течение всего времени контроля, по ней судят о состоянии тепловыделяющего элемента, согласно изобретению перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей его среды, а после завершения контроля создают
30 температуру окружающей среды ниже 0°C , перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с новой температурой окружающей среды, повторяют цикл нагрев-измерения и сравнивают полученные временные зависимости давлений при разных температурах с калибровочными зависимостями для разных давлений гелия и разными уровнями
35 содержания воздуха в нем.

Технический результат, который обеспечивает решение поставленной задачи, заключается в следующем. Подоболочечная охлаждающая среда, если она содержит воздух, становится в зависимости от его количества в той или иной степени менее теплопроводной. При этом влияние воздуха различным образом сказывается при
40 температурах газовой среды выше и ниже 0°C . Выявление снижения теплопроводности через регистрацию температуры на противоположных сторонах оболочки при разных условиях нагрева и определение изменений из-за этого давления под оболочкой позволяет судить о том, что в подоболочечной среде содержится воздух.

Кроме того, заявляемое изобретение расширяет арсенал средств подобного
45 назначения.

Наличие признаков «перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей его среды, а после завершения контроля создают температуру окружающей среды ниже

0°С, перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с новой температурой окружающей среды, повторяют цикл нагрев-измерения и сравнивают полученные временные зависимости давлений при разных температурах с калибровочными зависимостями для разных давлений гелия и разными уровнями содержания воздуха в нем» позволяет считать, что заявляемое изобретение соответствует условию патентоспособности «новизна».

В уровне техники не выявлено технических решений, которые содержат признаки, отличающие заявляемое изобретение от прототипа и позволяющие получить указанный технический результат. Таким образом, по мнению заявителя, изобретение соответствует условию патентоспособности «изобретательский уровень».

Краткое описание чертежей.

На фиг.1 изображена схема устройства для контроля тепловыделяющего элемента.

Осуществление изобретения.

Установка для контроля ТВЭЛа 1 содержит камеру 2 с ложементом 3, предназначенным для размещения ТВЭЛа 1. Установка содержит также нагреватель (индуктор) 4 с генератором 5 индукционного нагрева, приборы 6 и 7 для бесконтактного измерения температуры, например пирометры.

Контролю подвергается компенсационный объем 8 ТВЭЛа 1.

Для выполнения контроля разогревшийся в процессе сборки ТВЭЛ 1 размещают в камере 2 на ложементе 3. Выдерживают ТВЭЛ 1 в течение времени, необходимого для выравнивания его температуры с температурой окружающей его среды 9 в камере 2, и осуществляют локальный импульсный нагрев участка 10 оболочки 11 ТВЭЛа 1 в области компенсационного объема 8 нагревателем (индуктором) 4 от генератора 5 индукционного нагрева. Далее в течение заданного времени (нескольких десятков секунд) одновременно измеряют при помощи прибора 6 температуру участка нагрева 10 оболочки 11 и при помощи прибора 7 - участка 12 напротив участка нагрева 10, т.е. с противоположной стороны, и регистрируют ее.

Далее температуру окружающей среды 9 снижают до отрицательной, например до минус 50°С. Как и на первом этапе контроля, ТВЭЛ 1 выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей среды 9 и осуществляют локальный импульсный нагрев участка 10 оболочки 11 ТВЭЛа 3 в области компенсационного объема 8 нагревателем (индуктором) 4 от генератора 5 индукционного нагрева. Далее в течение заданного времени (нескольких десятков секунд) одновременно измеряют при помощи прибора 6 температуру участка нагрева 10 оболочки 11 и при помощи прибора 7 - участка 12 напротив участка нагрева 10, т.е. с противоположной стороны.

Сравнивают временные зависимости, полученные при разных температурах, с ранее полученными калибровочными зависимостями для разных давлений гелия внутри ТВЭЛа и разными уровнями содержания воздуха в нем, определяют давление гелия и воздуха в нем.

Таким образом, представленные сведения свидетельствуют о выполнении следующей совокупности условий:

- способ контроля тепловыделяющих элементов, в основу которого заложено заявляемое изобретение, обеспечивает выявление наличия воздуха под оболочкой ТВЭЛа;

- для заявляемого изобретения в том виде, в котором оно охарактеризовано в формуле изобретения, подтверждена возможность его осуществления с помощью технических решений, описанных в заявке и ставших известными до создания изобретения.

Следовательно, заявляемое изобретение соответствует условию “промышленная

применимость”.

Формула изобретения

Способ контроля тепловыделяющих элементов, включающий определение давления гелия под оболочкой тепловыделяющего элемента после его герметизации, при котором удерживают тепловыделяющий элемент на позиции измерения в течение всего времени контроля, осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области компенсационного объема, регистрируют временную зависимость температуры участков оболочки в месте нагрева и на противоположной стороне оболочки в течение всего времени контроля, по ней судят о давлении гелия и состоянии тепловыделяющего элемента, отличающийся тем, что перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей среды, а после завершения контроля создают температуру окружающей среды ниже 0°C, перед локальным нагревом тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с новой температурой окружающей среды, повторяют цикл нагрев-измерения и сравнивают полученные временные зависимости давлений при разных температурах с калибровочными зависимостями для разных давлений гелия и разными уровнями содержания воздуха в нем.