



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013154920/07, 10.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.12.2013

(45) Опубликовано: 10.06.2015 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2387032 C1, 27.10.1996. RU
94037398 A1, 27.10.1996. JP 03004133 A,
10.01.1991. US20130219983 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 ПРОВЕРКИ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

(57) Реферат:

Заявленное изобретение относится к способу проверки тепловыделяющих элементов. Способ включает определение давления гелия под оболочкой (9) тепловыделяющего элемента после его герметизации, при котором удерживают тепловыделяющий элемент (1) на позиции измерения в течение всего времени контроля, осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области (4) компенсационного объема, регистрируют временную зависимость температуры участков оболочки в месте нагрева (10) и на удаленном от места нагрева участке (12) оболочки в течение всего времени контроля. Далее по ней оценивают давление гелия и состояние тепловыделяющего элемента. Перед локальным нагревом по всему периметру части оболочки в области

компенсационного объема обеспечивают исключение теплопередачи. Удаленный участок выбирают на другой стороне области компенсационного объема, далее тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей среды. Затем 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 с исключением теплопередачи по телу оболочки от места нагрева к удаленному участку. Техническим результатом является возможность проверки ТВЭЛа с одной стороны оболочки. 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013154920/07, 10.12.2013

(24) Effective date for property rights:
10.12.2013

Priority:

(22) Date of filing: 10.12.2013

(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
predpriyatje "ROSSIJSKIJ FEDERAL'NYJ
JaDERNYJ TsENTR-VSEROSSIJSKIJ
NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT
TEKhNICHESKOJ FIZIKI IMENI
AKADEMIKA E.I. ZABABAKhINA" (RU)

(54) **FUEL ELEMENT TEST METHOD**

(57) Abstract:

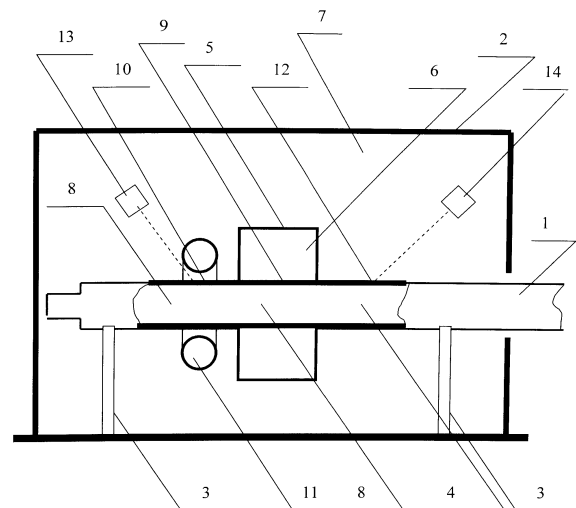
FIELD: heating.

SUBSTANCE: method involves determination of helium pressure under cover (9) of a fuel element after its sealing, at which fuel element (1) is kept in a measurement position during the whole test period; local pulse heating of the fuel element is performed in area (4) of compensation volume; time dependence of temperature of cover sections at heating point (10) and in section (12) of the cover, which is remote from the heating point, is recorded during the whole test period. Then, helium pressure and state of the fuel element is evaluated based on it. Prior to local heating throughout the perimeter of the cover part in the compensation volume area a provision is made for elimination of heat transfer. The remote section is chosen on the other side of the compensation volume area; after that, the fuel element is exposed till its temperature is equalised with ambient temperature. Then, ambient temperature below 0°C is created; prior to local heating, the fuel element is kept till its temperature is equalised with new ambient temperature; a heating and measurement cycle is

repeated with exclusion of heat transfer along the cover body from the heating point to the remote section.

EFFECT: possible testing of a fuel element on one side of a cover.

1 dwg



RU 2 552 839 C1

RU 2 552 839 C1

Область техники, к которой относится изобретение

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

5 В процессе изготовления ТВЭЛа 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 гелия, как правило, характеризует ТВЭЛ как не герметичный. Также критичным является наличие остатков воздуха в ТВЭЛе.

В связи с этим проверка давления гелия и наличия в нем воздуха весьма важна для обеспечения качества ТВЭЛов.

Уровень техники

15 Распространенным способом проверки 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, «загрязнения» гелия воздухом, отрицательно влияющего на эксплуатационные характеристики ТВЭЛа.

Известен разрушающий метод проверки, при котором из определенной партии отбирают ТВЭЛ и давление гелия в нем измеряют через прокол в оболочке. Недостатком выборочной проверки является его некоторая ненадежность и издержки, 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 проверки 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 водой, регистрацию ультразвуковых сигналов, отраженных от сухой и мокрой границ 35 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 негерметичности 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 времени контроля. Далее осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области компенсационного объема, регистрируют изменение температуры участков оболочки тепловыделяющего элемента на участке нагрева и с противоположной стороны, повернув его на 180° (на удаленном участке), в начале и конце интервалов времени после нагрева и поворота (регистрируют временную зависимость температуры). При этом передача тепловой 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 надежность их эксплуатации в ядерном реакторе, но не позволяет выявить «загрязнение» гелия воздухом, отрицательно влияющее на эксплуатационные характеристики ТВЭЛов. Кроме того, он достаточно сложен в реализации из-за необходимости обеспечения доступа к противоположным поверхностям оболочки.

Задачей заявляемого изобретения является создание способа проверки, упрощенного в реализации и позволяющего выявлять наличие воздуха под оболочкой тепловыделяющего элемента.

Раскрытие изобретения

Сущность изобретения заключается в том, что в способе проверки 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 проверки, осуществляют локальный импульсный нагрев тепловыделяющего элемента в области компенсационного объема, регистрируют временную зависимость температуры участков оболочки в месте нагрева и на удаленном от места нагрева участке оболочки в течение всего времени проверки, по ней судят о давлении гелия в тепловыделяющем элементе. Согласно изобретению перед локальным нагревом по всему периметру части оболочки в области компенсационного объема обеспечивают исключение теплопередачи непосредственно по телу оболочки вдоль ее длины в другую сторону от места нагрева, при этом удаленный участок выбирают на другой стороне области компенсационного объема, далее 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 с исключением теплопередачи по телу оболочки от места нагрева к удаленному участку и сравнивают полученные временные зависимости температур поверхности места нагрева и удаленного участка при разных температурах окружающей среды с калибровочными зависимостями для разных давлений гелия и разными уровнями содержания воздуха в нем.

Технический результат, который обеспечивает решение поставленной задачи, заключается в следующем. Гелий, заполняющий ТВЭЛ, если он содержит воздух, становится в зависимости от его количества менее теплопроводным. Выявление снижения теплопроводности газовой среды в ТВЭЛе через регистрацию температуры

в разных местах оболочки при разных условиях нагрева позволяет судить о том, что в подоболочечной среде содержится воздух. Получение возможности определять снижение теплопроводности подоболочечной охлаждающей среды измерением температуры вдоль ТВЭЛа делает возможным выполнять это с одной стороны
5 оболочки, что упрощает реализацию способа.

Кроме того, заявляемое изобретение расширяет арсенал средств подобного назначения.

Наличие признаков «перед локальным нагревом по всему периметру части оболочки в области компенсационного объема обеспечивают исключение теплопередачи
10 непосредствен но по телу оболочки вдоль ее длины в другую сторону от места нагрева, при этом удаленный участок выбирают на другой стороне области компенсационного объема, далее тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей среды, а после завершения контроля создают температуру окружающем среды ниже 0°C, перед локальным нагревом
15 тепловыделяющий элемент выдерживают до выравнивания его температуры с новой температурой окружающей среды, повторяют цикл нагрев-измерения с исключением теплопередачи по телу оболочки от места нагрева к удаленному участку и сравнивают полученные временные зависимости температур поверхности места нагрева и удаленного участка при разных температурах окружающей среды с калибровочными зависимостями
20 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 известного средства, дополненного признаками, отличающимися заявляемое изобретение от прототипа, и позволяющего получить
25 указанный технический результат. Таким образом, по мнению заявителя, изобретение соответствует условию патентоспособности «изобретательский уровень».

Краткое описание чертежей

На чертеже изображена схема устройства для проверки тепловыделяющего элемента.

Осуществление изобретения

30 Установка для проверки ТВЭЛа 1 содержит камеру 2 с ложементом 3, предназначенным для размещения области компенсационного объема 4 ТВЭЛа 1.

Перед выполнением проверки снаружи на середину области компенсационного объема 4 устанавливают кольцевую емкость 5, заполненную жидким теплоносителем 6, например антифризом. Кольцевая емкость 5 снабжена впускным и выпускным
35 штуцерами (на чертеже не показаны), соединенными соответственно с насосом и приемным сосудом (на чертеже не показаны).

Для выполнения проверки ТВЭЛ 1 размещают в камере 2 на ложементе 3. Выдерживают ТВЭЛ 1 в течение времени, необходимого для выравнивания его температуры с температурой окружающей среды 7 в камере 2. Включают насос, обеспечивая в кольцевой емкости 5 циркуляцию теплоносителя 6 с температурой
40 окружающей среды 7 вокруг части 8 оболочки 9 и отвод тепла. Благодаря этому на части 8 под кольцевой емкостью 5 создают участок термостабильности, препятствующий теплопередаче непосредственно по телу оболочки 9 от места нагрева 10 (места расположения нагревателя 11, например, кольцевого индукционного) непосредственно
45 по телу оболочки 9 вдоль ее длины на удаленный от места нагрева 10 участок 12.

Далее осуществляют локальный нагрев места 10 оболочки 9 ТВЭЛа 1 в течение заданного времени (до десятков секунд) нагревателем 11. Во время нагрева и по мере остывания ТВЭЛа одновременно измеряют при помощи прибора 13 (например,

пирометра) температуру места нагрева 10 оболочки 9 и при помощи прибора 14 - температуру удаленного участка 12.

Далее температуру окружающей среды 7 снижают до отрицательной, например до минус 50°C. Как и на первом этапе контроля, ТВЭЛ 1 выдерживают до выравнивания его температуры с температурой окружающей среды 7, при этом жидкий теплоноситель подается в кольцевую емкость 5 с температурой окружающей среды 7, и осуществляют в течение заданного времени локальный нагрев места 10 оболочки 9 ТВЭЛа 1 нагревателем 11. Во время нагрева и по мере остывания ТВЭЛа одновременно измеряют при помощи прибора 13 (например, пирометра) температуру места нагрева 10 оболочки 9 и при помощи прибора 14 - температуру удаленного участка 12.

Сравнивают временные зависимости температур участков 10 и 12, полученные при разных температурах окружающей среды 7, 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 и определение давления газовой среды в ТВЭЛе;

- 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 проверки 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 удаленном от места нагрева участке оболочки в течение всего времени контроля, по ней судят о давлении гелия и состоянии тепловыделяющего элемента, отличающийся тем, что перед локальным нагревом по всему периметру части оболочки в области компенсационного объема обеспечивают исключение теплопередачи непосредственно по телу оболочки вдоль ее длины в другую сторону от участка нагрева, при этом удаленный участок выбирают на другой стороне области компенсационного объема, далее 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 с исключением теплопередачи по телу оболочки от места нагрева к удаленному участку и сравнивают полученные временные зависимости температур поверхности места нагрева и удаленного участка при разных температурах окружающей среды с калибровочными зависимостями для разных давлений гелия и разными уровнями содержания воздуха в нем.