



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002128162/06, 21.10.2002

(24) Дата начала действия патента: 21.10.2002

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2004

(45) Опубликовано: 27.03.2005 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5167910 A, 01.12.1992. RU 2092917 C1, 10.10.1997. RU 2106702 C1, 10.03.1998. EP 1067475 A, 10.01.2001. US 4822987 A, 18.04.1989.

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, а/я 245, отдел интеллектуальной
собственности, Г.В. Бакалову

(72) Автор(ы):

Вознюк Р.И. (RU),
Крыванов А.В. (RU),
Подгорнов В.А. (RU),
Симонов В.Н. (RU),
Черников О.Г. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

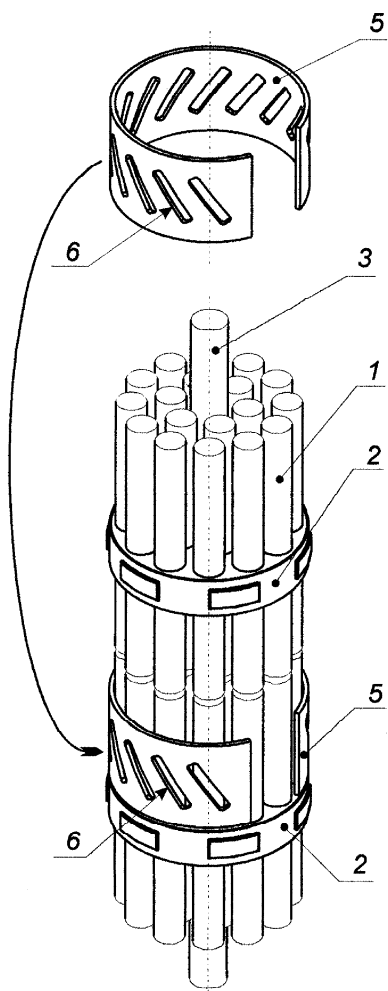
Российский Федеральный Ядерный Центр -
Всероссийский научно-исследовательский
институт технической физики им. академика
Е.И. Забабахина (РФЯЦ-ВНИИТФ) (RU)

(54) СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам идентификации отработанных тепловыделяющих сборок, предназначенных для последующего хранения и переработки и не имевших либо утративших идентификационные признаки. Идентификационный элемент выполняют кольцеобразной формы в виде хомута из разрезного металлического кольца или из двух металлических полуколец, по меньшей мере, на одном из которых нанесен идентификационный код, представляющий собой промежутки между сквозными продольными прорезями. Хомут надевают на сборку непосредственно под стяжной

втулкой, относительно которой полукольца, составляющие хомут, фиксируют без выступания за ее габарит. Надевание и фиксирование колец осуществляют механическим устройством типа робота-манипулятора. Считывание идентификационного кода осуществляют с помощью механического щупа и датчика, фиксирующего смещения щупа при взаимодействии его с прорезями. Идентификационные элементы устанавливают под каждую стяжную втулку, что позволяет идентифицировать фрагменты отработанной тепловыделяющей сборки после ее разделения на части перед переработкой. 9 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2002128162/06, 21.10.2002**

(24) Effective date for property rights: **21.10.2002**

(43) Application published: **27.04.2004**

(45) Date of publication: **27.03.2005 Bull. 9**

Mail address:

**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, a/ja 245, otdel intelektual'noj
sobstvennosti, G.V. Bakalov**

(72) Inventor(s):

**Voznjuk R.I. (RU),
Kryvanov A.V. (RU),
Podgornov V.A. (RU),
Simonov V.N. (RU),
Chernikov O.G. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Rossijskij Federal'nyj Jadernyj Tsentr -
Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut
tehnicheskoy fiziki im. akademika E.I.
Zababakhina (RFJaTs-VNIITF) (RU)**

(54) **METHOD FOR IDENTIFYING SPENT FUEL ASSEMBLY**

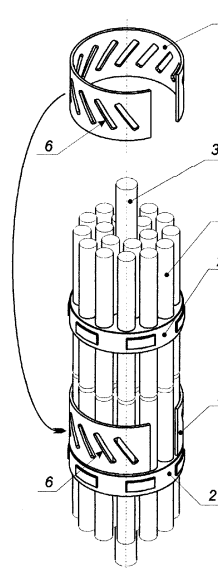
(57) Abstract:

10 cl, 4 dwg

FIELD: identifying o spent fuel assemblies with no or lost identifying characteristics for their next storage and recovery.

SUBSTANCE: identifying element is made in the form of circular clip made of metal snap ring or of two metal semi-rings of which one bears identification code in the form of intervals between longitudinal through slits. Clip is put on fuel assembly directly under bracing bushing and clip-constituting semi-rings are locked in position relative to the latter without protruding beyond its outline. For the purpose use is made of mechanical device of robot-manipulator type. Identification code is read out by means of mechanical feeler gage and sensor that responds to feeler gage displacement as it engages slits. Identifying elements are installed under each bracing bushing.

EFFECT: ability of identifying fragments of spent fuel assembly broken into separate parts before recovery.



Фиг. 1

Предпосылки

Изобретение относится к средствам идентификации тепловыделяющих сборок (ТВС), предпочтительно отработанных (ОТВС), извлекаемых из ядерного реактора или водного бассейна - хранилища и предназначенных для последующего хранения и переработки.

5 Предшествующий уровень техники

Идентификация топливных стержней, из которых собирается топливная сборка, или самой топливной сборки осуществляется разными способами и на разных стадиях.

В частности, известен способ идентификации ядерных топливных стержней путем крепления к оболочке стержня лэйбла или ярлыка с индивидуальным идентификационным номером в виде оптически сканируемого бар-кода, прикрепляемого в начале производственного процесса и удаляемого в конце этого процесса (патент США №4587407, МПК G 06 K 07/10, 1986). Снятие и надевание ярлыка - процедура не дешевая и не предусматривающая идентификацию топливного стержня на стадии его использования.

15 Другой подход предусматривает идентификацию не только на стадии производства, но и на стадии использования топливных стержней, за счет нанесения не снимаемого и по возможности не уничтожаемого в эксплуатационных условиях идентификационного признака.

В частности, известен способ идентификации топливных стержней с использованием заданным образом взрывного дутья твердыми частицами типа шариков на поверхность защитного кожуха топливного элемента, благодаря чему формируется маркировочный знак в виде четырехзначного номера (патент Японии №63278765, МПК В 24 С 1/04, G 21 С 3/02, 1988). Такая идентификация осуществляется на стадии производства, но идентификационный знак сохраняется и в процессе эксплуатации.

25 Другой способ идентификации топливных стержней предусматривает нанесение бар-кода на поверхность защитного кожуха или на концевые участки топливного стержня электролитическим полированием с последующим оптическим считыванием (патент Японии №3237389, МПК G 21 С 3/02, 1991). Главное условие - обеспечение резкого контраста маркировочных полос относительно металла, на который они наносятся.

Однако этот способ не применим в случае эксплуатации ТВС в российских реакторах, где поверхности ТВС загрязняются различного рода отложениями.

Известен способ гравировки идентификационного кода с помощью лазерного луча на оболочке топливного элемента или концевых пластинах в газовой атмосфере, состоящей из смеси газов аргона и кислорода (патент США №4822987, МПК G 06 K 01/12, 19/06). Проблема, возникающая здесь, заключается в том, что лазерная гравировка может привести к нарушению металлургической структуры защитной оболочки (кожуха) топливной оболочки, что может в процессе эксплуатации вызвать нарушение ее целостности. Поэтому для оболочек, промаркированных таким образом, необходим тщательный контроль состояния зоны риска, образованной такой маркировкой.

Любой из таких идентификационных признаков обеспечивает возможность дистанционного считывания либо с помощью специальных оптических считывателей, установленных по пути следования конвейера в процессе производства топливных стержней или сборок, или с помощью видеокамер, предназначенных для работ под водой, если контроль осуществляется в процессе хранения.

Известен способ идентификации топливных ядерных элементов, заключающийся в нанесении путем перфорации на плоскую поверхность одной из деталей, скрепленных с идентифицируемым объектом, нескольких идентификационных знаков, каждый из которых имеет собственную глубину. Набор таких знаков служит идентификационным кодом объекта (европейский патент 1067475, МПК G 06 K 19/06, G 06 K 7/10, опубл. 10.01.2001). Считывание осуществляют с помощью сканирующей головки, содержащей устройство измерения глубины указанных знаков.

Очевидно, что такую маркировку не следует наносить непосредственно на поверхность защитного кожуха топливного стержня, т.к. она приводит даже в большей степени, чем лазерная гравировка, к нарушению структуры материала, из которого изготовлен защитный

кожух.

Известен способ идентификации отработавшей тепловыделяющей сборки, заключающийся в предварительном формировании на детали, механически фиксируемой на данной сборке, собственного идентификационного кода в виде механических вырезов, расстояние между которыми служит идентификационным признаком, считываемым в
5 процессе контроля. Такой деталью является ручка-держатель, механически скрепленная с верхней пластиной, стягивающей топливные стержни вместе (патент США №5167910, МПК G 21 C 03/32, опубл. 01.12.92). Данный способ и выбран прототипом заявляемого способа.

Несмотря на такое разнообразие методов идентификации, существуют реальные
10 ситуации, когда топливные сборки после эксплуатации их в ядерном реакторе имеют настолько поврежденные или загрязненные идентификационные знаки или не имеют их вообще, что осуществление надежной однозначной идентификации данных объектов весьма проблематично. Возникла проблема дополнительной идентификации ОТВС после извлечения их из реактора или из бассейна-хранилища, с помощью которых можно было
15 бы проследить траекторию дальнейшего перемещения сборок или их частей. При этом идентификационные метки на ОТВС должны находиться не столько на деталях, удаленных от топливных элементов, сколько непосредственно в контакте с ними. Это вызвано тем, что необходимо осуществление контроля в течение всего послеексплуатационного процесса, осуществляемого с ОТВС, включая ее разделку. Нанесение идентификационных признаков
20 известными способами на облученное топливо, как правило, нетехнологично, небезопасно, нерентабельно и неэффективно.

Сущность изобретения.

Задача, стоящая перед настоящим изобретением, заключается в создании такого
25 способа идентификации, который позволил бы наносить идентификационный код на отработанные тепловыделяющие сборки в процессе извлечения сборки из реактора или бассейна выдержки. Нанесение кода должно осуществляться с обеспечением необходимой ядерной безопасности, с минимальными затратами, без повреждения топливных элементов, без нарушения целостности деталей, формирующих сборку. Место (одно или,
30 по меньшей мере, два) нанесения кода должно быть таким, чтобы код (или коды на разных фрагментах) сохранялся (сохранялись) на фрагментах сборки при ее разделке. При этом идентификационный код должен сохранять свою читабельность при манипуляциях со сборкой, быть устойчивым к различного рода загрязнениям и не увеличивать габаритные размеры тепловыделяющей сборки.

Настоящая задача решается тем, что в способе идентификации отработанной
35 тепловыделяющей сборки, заключающемся в предварительном выполнении на детали, механически фиксируемой на данной сборке, механических вырезов, геометрические параметры которых используются для формирования идентификационного кода, считываемого в процессе контроля, с помощью автоматизированных, например, оптических устройств, согласно изобретению указанную деталь выполняют в форме
40 хомута, которым охватывают сборку тепловыделяющих элементов с образованием кольцеобразного идентификационного элемента, кодовые вырезы на котором выполнены в виде сквозных щелей вдоль его боковой поверхности, при этом установку детали осуществляют с помощью автоматизированного устройства в процессе извлечения сборки из ядерного реактора или из бассейна-хранилища.

Технический результат такого способа идентификации заключается в том, что
45 идентификационные коды могут быть присвоены каждому фрагменту сборки, разрезаемой при утилизации, что очень важно при последующем раздельном хранении их вплоть до переработки. Идентификационный элемент предлагаемого вида может устанавливаться в процессе извлечения сборки после эксплуатации из реактора или из бассейна-хранилища.
50 Это является особенно актуальным в тех случаях, когда по каким-то причинам идентификационные признаки пришли в полную негодность или просто отсутствовали, а контроль за дальнейшим прохождением сборки является необходимым. Установка такого идентификационного элемента осуществляется автоматическим устройством,

представляющим собой робот-манипулятор.

Такие идентификационные элементы - хомуты предполагается устанавливать в зонах между стягивающими втулками, служащими для объединения отдельных тепловыделяющих элементов в сборку, с тем чтобы при разделке ОТВС каждый фрагмент сохранял свой идентификационный элемент. Предпочтительной является зона, находящаяся в непосредственной близости от стягивающей втулки (под ней или над ней), в которой хомут устанавливают заподлицо относительно стягивающей втулки, чтобы не увеличивать поперечный размер сборки и уменьшить механическое нагружение хомута при возможной поперечной деформации ОТВС в результате длительного хранения.

В качестве хомута может быть использовано разрезное металлическое кольцо.

В другом варианте хомут может быть образован двумя металлическими полукольцами, которыми охватывают сборку тепловыделяющих элементов и фиксируют их относительно друг друга, при этом, по меньшей мере, одно из полуколец выполняют с пружинящим участком. Наличие пружинящего участка позволяет "гулять" диаметру хомута в зависимости от вариаций поперечного размера ОТВС. В хомуте, выполненном в виде разрезного кольца, этот эффект обеспечивается за счет изменения естественного зазора при дополнительном механическом нагружении.

Хомуты при установке их в зоны, находящиеся непосредственно под стягивающими втулками, можно фиксировать относительно указанных стягивающих втулок. При этом обеспечивается гарантированное сохранение исходного положения идентификационных элементов при разделке ОТВС.

Кодовые вырезы могут быть выполнены наклонно относительно образующей цилиндрической поверхности хомута. Благодаря наклону осуществляется более надежное распознавание вырезов при оптической регистрации кода, поскольку при выполнении вырезов без наклона не исключено полное перекрытие одного или нескольких сквозных вырезов боковой поверхностью какого-либо из тепловыделяющих элементов, в результате чего он будет воспринят как отсутствующий.

Кодовые вырезы могут быть выполнены одинаковой ширины, но на разных расстояниях относительно друг друга. В этом случае идентификационным признаком будут служить преобразованные в код расстояния между вырезами.

В другом варианте кодовые вырезы могут иметь различную ширину, тогда идентификационным признаком дополнительно будут служить преобразованные в код ширины вырезов.

Кроме того, целесообразно один из вырезов выполнить длиннее остальных и использовать его в качестве репера, т.е. отметки исходного положения в процессе оптической регистрации идентификационного признака.

Считывание идентификационного признака может быть произведено при перемещении щупа типа механического шарика относительно боковой поверхности идентификационного элемента и датчика, фиксирующего поперечные смещения шарика за счет взаимодействия его боковой поверхности с прорезями. Однако более предпочтительным является использование оптического автоматического считывателя, регистрирующего изображение кода по периметру хомута.

Перечень чертежей

На фиг.1 представлен фрагмент ОТВС с идентификационным элементом - хомутом в виде разрезного металлического кольца. На фиг.2 показаны детали идентификационного элемента - хомута, представляющие собой два металлических полукольца в исходном состоянии. На фиг.3 показан фрагмент ОТВС с установленными металлическими полукольцами, формирующими идентификационный элемент - хомут непосредственно под стягивающей втулкой. На фиг.4 (а, б) приведены варианты исполнения кодовых вырезов на развертках идентификационных элементов.

На фиг.1 показан фрагмент сборки, состоящей из отдельных тепловыделяющих элементов 1, которые объединены с помощью стягивающей втулки 2 относительно центрального стержня 3, предназначенного для захвата сборки при ее перемещении.

Идентификационный элемент - хомут, выполненный в виде разрезного металлического кольца 5 со сквозными кодовыми вырезами 6, охватывает тепловыделяющие элементы 1 в зоне, обеспечивающей его фиксированное положение и считывание идентификационного признака. На фиг.2 показаны детали в форме полуколец 7 и 8, на встречных участках которых выполнены зубчатые зацепки 9 и 10, 11 и 12. Имеются Г-образные зацепы 13 для фиксации полуколец относительно стягивающей втулки. На одном из металлических полуколец выполняют принудительно растягивающийся участок 14, формируемый, например, вырезами 15, смещенными относительно друг друга.

Пример конкретного варианта выполнения

Предварительно на поверхности детали, из которой будет сформирован хомут того или иного вида, выполняют сквозные вырезы 6, расстояния между которыми служат идентификационным неповторяющимся кодом данного фрагмента ОТВС. Один из вырезов, который будет служить исходной точкой регистрации (репером), выполняют более длинным по сравнению с остальными. Далее формируют хомут, состоящий из одной или двух деталей, форма которого обеспечивает плотный, но не деформирующий хват сборки тепловыделяющих элементов 1. С помощью робота-манипулятора в определенной фазе извлечения сборки тепловыделяющих элементов из бассейна-хранилища или из реактора надевают хомут на сборку. Надевание хомута в виде цельнометаллического разрезного кольца осуществляется сверху вниз при вертикальном положении сборки за счет небольшой принудительной деформации в виде растягивания кольца 5 в процессе его перемещения до положения установки в надлежащем месте. Фиксирование хомута осуществляется за счет сил упругости, восстанавливающих величину зазора до первоначального значения. Величина исходного зазора и коэффициента упругости кольца выбирается такой, чтобы учитывать колебания поперечного размера сборки. Установку хомута из двух полуколец 7 и 8 также осуществляют с помощью робота-манипулятора, который подводит эти детали с противоположных сторон к зоне, находящейся непосредственно под стягивающей втулкой 3. Геометрические размеры полуколец выбраны такими, чтобы не происходило повреждения ими тепловыделяющих элементов. Угловым и продольным перемещением полуколец в зоне установки обеспечивают фиксирование Г-образных зацепов 12 между выступами на втулке 2 и срабатывание зубчатых зацепок. Таким же образом устанавливают второй идентификационный элемент - хомут рядом с другой стягивающей втулкой. Наличие нескольких идентификационных элементов на одной отработанной тепловыделяющей сборке позволяет идентифицировать принадлежность частей к определенной сборке после ее разделения.

После установки идентификационного элемента с помощью того или иного способа идентификации производят считывание кода, задаваемого расстояниями между прорезями 6. Наиболее предпочтительным представляется оптический способ считывания, регистрирующий изображение кода по периметру хомута (см. фиг.4а, б) с последующим преобразованием тех или иных параметров в цифровой двоичный код. Запомненный сигнал в дальнейшем используют для целей контроля.

Промышленная применимость

Создание данного технического решения является одной из актуальных задач в атомной промышленности, т.к. обеспечивает контроль за опасными материалами, подлежащими длительному хранению. Анализ технических средств, используемых на предприятиях атомно-энергетического комплекса, показал, что техническая реализация способа является вполне осуществимой. Существенного усложнения автоматизированных средств, осуществляющих манипуляции с тепловыделяющими сборками, не требуется. Установка роботов-манипуляторов в необходимых зонах перемещения сборок для установки идентификационных элементов и устройств для считывания идентификационных кодов является вполне решаемой задачей.

Формула изобретения

1. Способ идентификации отработанной тепловыделяющей сборки, заключающийся в

предварительном выполнении на детали, механически фиксируемой на данной сборке, механических вырезов, геометрические параметры которых используют для формирования идентификационного кода, считываемого в процессе контроля с помощью автоматизированных, например оптических, средств, отличающийся тем, что указанную
5 деталь выполняют в форме хомута, которым охватывают сборку тепловыделяющих элементов с образованием кольцеобразного идентификационного элемента, кодовые вырезы на котором выполнены в виде узких сквозных щелей вдоль его боковой поверхности, при этом установку детали осуществляют с помощью автоматизированного устройства в процессе извлечения сборки из ядерного реактора или из
10 бассейна-хранилища.

2. Способ идентификации отработанной тепловыделяющей сборки по п.1, отличающийся тем, что устанавливают, по меньшей мере, два кольцеобразных идентификационных элемента на разных участках отработанной тепловыделяющей сборки в зонах между стягивающими втулками, служащими для объединения отдельных
15 тепловыделяющих элементов в сборку.

3. Способ идентификации отработанной топливной сборки по п.1 или 2, отличающийся тем, что кольцеобразный элемент устанавливают в непосредственной близости относительно одной из стягивающих втулок и заподлицо с ней.

4. Способ идентификации отработанной тепловыделяющей сборки по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что в качестве кольцеобразного идентификационного элемента используют разрезное металлическое кольцо.
20

5. Способ идентификации отработанной тепловыделяющей сборки по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что в качестве кольцеобразного идентификационного элемента используют два металлических полукольца, которыми охватывают сборку
25 тепловыделяющих элементов, и фиксируют их относительно друг друга, при этом, по меньшей мере, одно из полуколец выполняют с пружинящим участком.

6. Способ идентификации отработанной тепловыделяющей сборки по п.4 или 5, отличающийся тем, что кольцеобразный идентификационный элемент фиксируют относительно близлежащей стягивающей втулки.

7. Способ идентификации тепловыделяющей сборки по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что сквозные кодовые вырезы выполняют наклонно относительно образующей цилиндрической поверхности кольцеобразного идентификационного элемента.
30

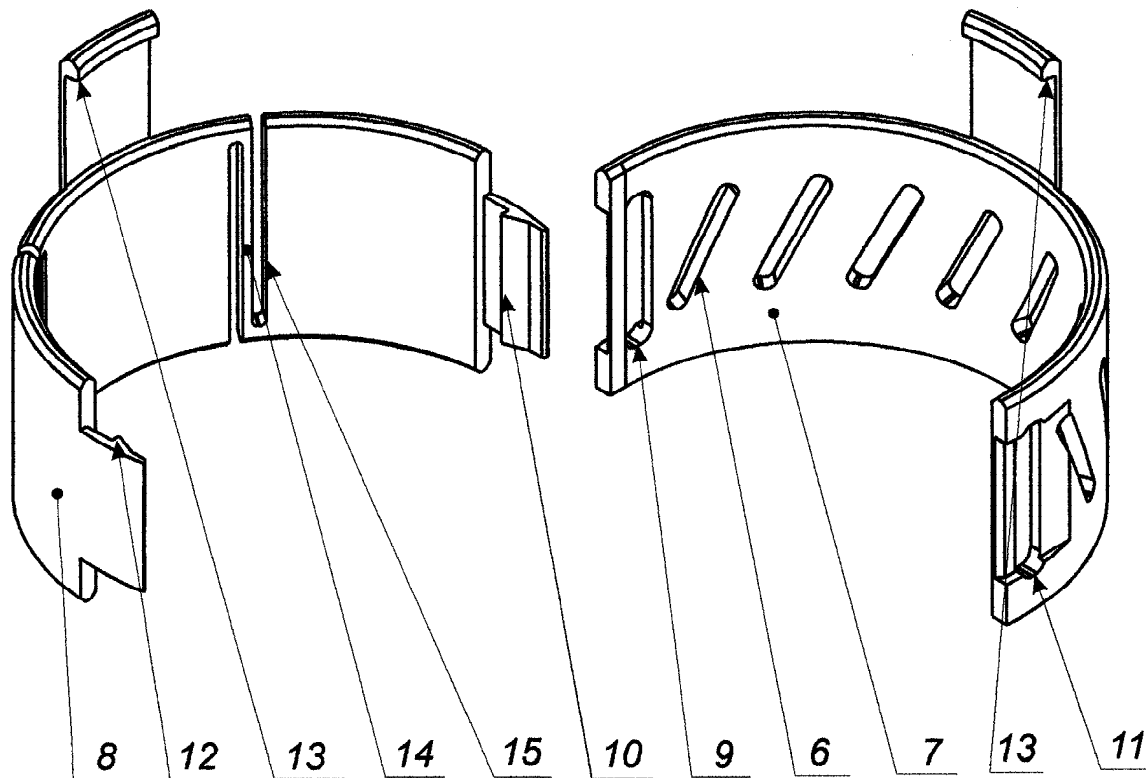
8. Способ идентификации тепловыделяющей сборки по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что сквозные кодовые вырезы выполняют одинаковой ширины, но на разных
35 расстояниях относительно друг друга.

9. Способ идентификации тепловыделяющей сборки по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что сквозные кодовые вырезы выполняют различной ширины.

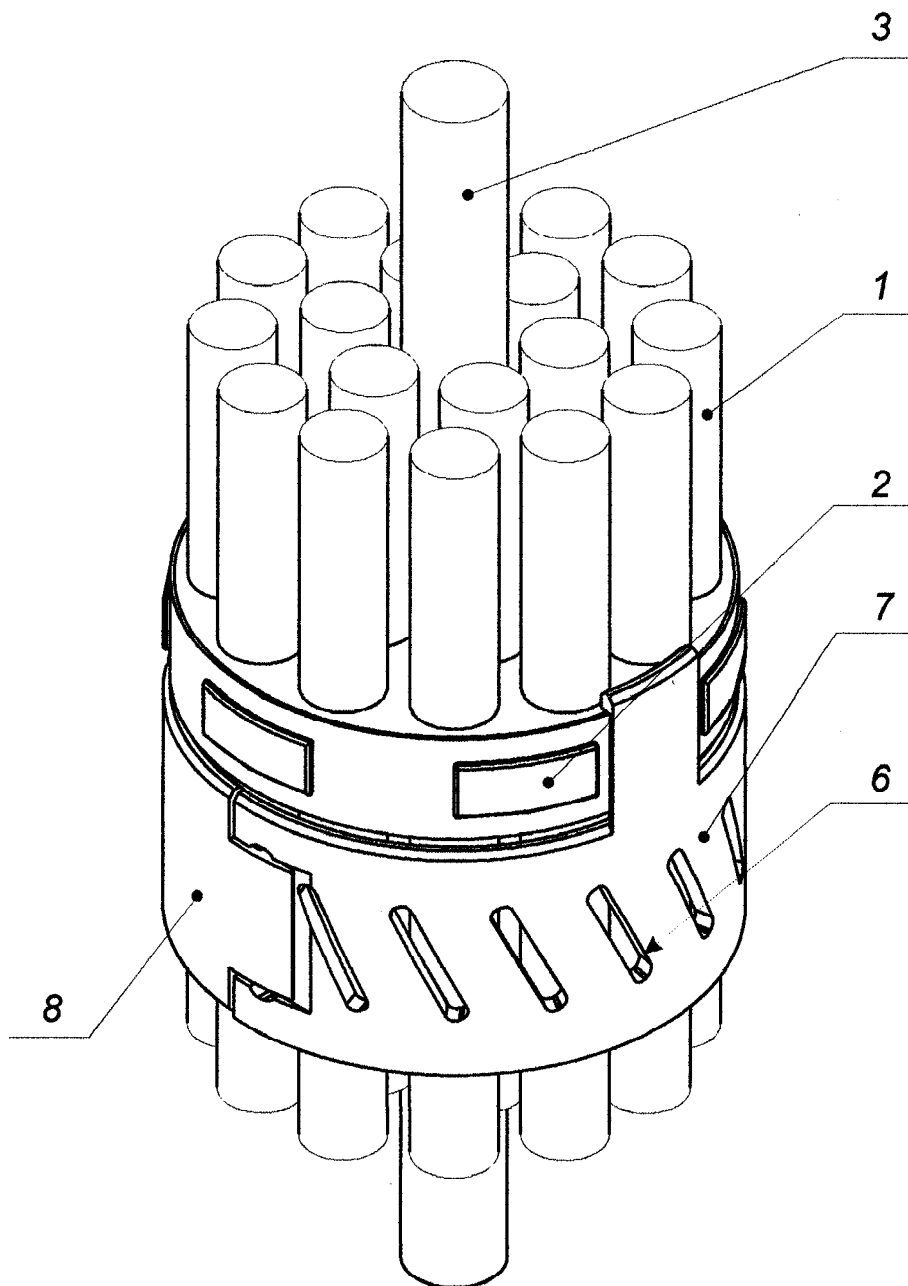
10. Способ идентификации тепловыделяющей сборки по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что один из сквозных кодовых вырезов выполняют длиннее остальных
40 и используют его в качестве репера в процессе регистрации идентификационного признака.

45

50

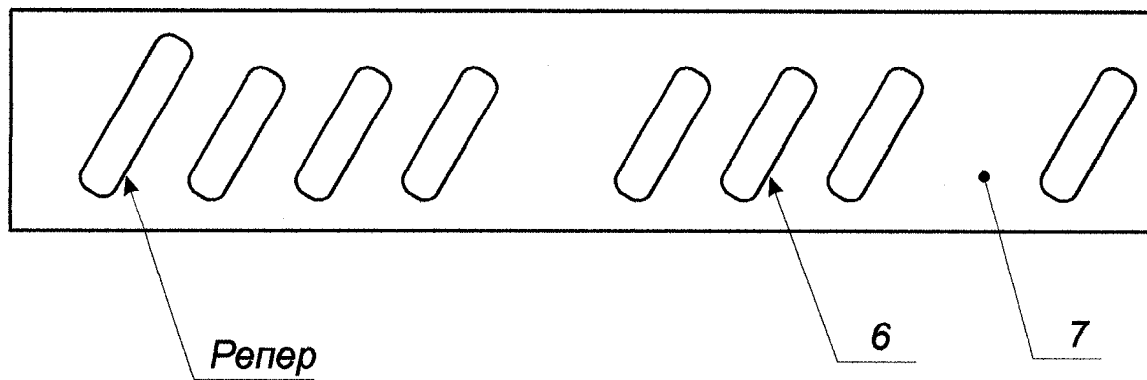


Фиг. 2

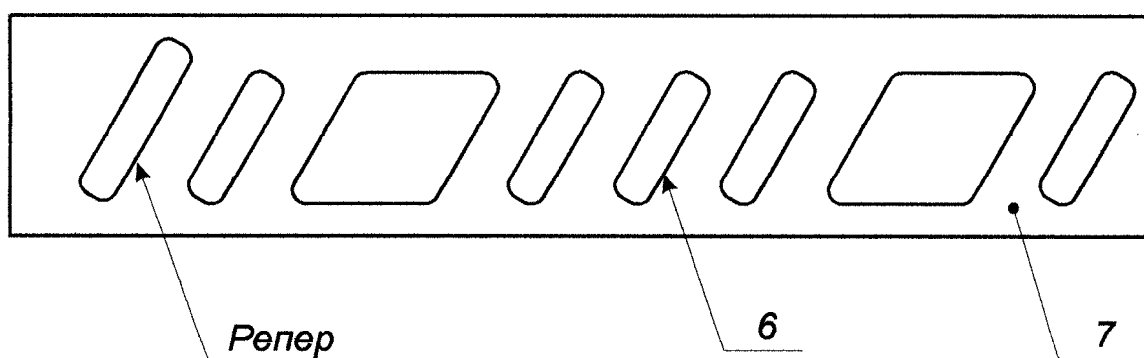


Фиг. 3

а)



б)



Фиг. 4