



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G21F 9/28 (2018.08); *C01B 3/08* (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2016133261, 21.01.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.01.2015

Дата регистрации:
19.03.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
22.01.2014 FR 1450520

(43) Дата публикации заявки: 02.03.2018 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 19.03.2019 Бюл. № 8

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 22.08.2016

(86) Заявка РСТ:
EP 2015/051158 (21.01.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/110480 (30.07.2015)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спаская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЛАКРУА Мари (FR),
ЛОРСЕ Элен (FR),
ПЕРРЕ Кристоф (FR),
СЕМОМЕН Жан-Пьер (FR)

(73) Патентообладатель(и):

КОММИССАРИАТ А Л'ЭНЕРЖИ
АТОМИК ЭО ЭНЕРЖИ АЛЬТЕРНАТИВ
(FR)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 3729548 A, 24.04.1973. RU 2138867 C1, 27.09.1999. RU 2123210 C1, 10.12.1998. RU 2097853 C1, 27.11.1997. US 4017952 A, 19.04.1977. US 5732363 A, 24.03.1998. A.R. LAKSHMANAN et al., A novel method of non-violent dissolution of sodium metal in a concentrated aqueous solution of Epsom salt, Journal of Solid State Chemistry, 2004, n. 177, pp. (см. прод.)

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ НАТРИЯ, ОСАЖДЕННОГО НА ЭЛЕМЕНТАХ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА, И СПОСОБ ПРОМЫВКИ ТОПЛИВНОЙ КАССЕТЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УКАЗАННОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ

(57) Реферат:

Группа изобретений может быть использована в ядерной энергетике для обработки объектов, включающих элементы, омываемые натрием. Для обработки натрия, осажденного на элементах ядерного реактора, его погружают в водный раствор соли, представляющий собой раствор карбоксилата или аминокарбоксилата. Для промывки топливной кассеты ядерного реактора, в котором натрий используется в качестве

теплоносителя, помещают кассету в контейнер, нагнетают раствор карбоксилата или аминокарбоксилата до погружения кассеты, обеспечивают циркуляцию раствора в контейнере с тем, чтобы экстрагировать водород, образовавшийся в указанном контейнере. Обеспечивается повышение эффективности и сокращение времени промывки элементов от остаточного натрия. 3 н. и 10 з.п. ф-лы, 4 ил.

(56) (продолжение):

3460-3468. F.J. KENESHEA et al., Sodium conversion experiments in the inert carrier process demonstration plant, Nuclear and chemical waste management, 1983, vol. 4, pp. 189-199.

R U 2 6 8 2 6 3 9 C 2

R U 2 6 8 2 6 3 9 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

G21F 9/28 (2018.08); C01B 3/08 (2018.08)(21)(22) Application: **2016133261, 21.01.2015**(24) Effective date for property rights:
21.01.2015Registration date:
19.03.2019

Priority:

(30) Convention priority:
22.01.2014 FR 1450520(43) Application published: **02.03.2018** Bull. № 7(45) Date of publication: **19.03.2019** Bull. № 8(85) Commencement of national phase: **22.08.2016**(86) PCT application:
EP 2015/051158 (21.01.2015)(87) PCT publication:
WO 2015/110480 (30.07.2015)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"

(72) Inventor(s):

**LAKRUA Mari (FR),
LORSE Elen (FR),
PERRE Kristof (FR),
SEMONEN Zhan-Per (FR)**

(73) Proprietor(s):

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (FR)**

**(54) METHOD FOR TREATING SODIUM DEPOSITED ON NUCLEAR REACTOR ELEMENTS, AND
METHOD FOR WASHING FUEL ASSEMBLY OF NUCLEAR REACTOR USING SAID TREATMENT METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: nuclear equipment.

SUBSTANCE: group of inventions can be used in nuclear power for the treatment of objects including elements washed with sodium. In order to treat sodium deposited on the elements of a nuclear reactor, said sodium immersed in an aqueous salt solution, which is a carboxylate or amino carboxylate solution. In order to wash nuclear reactor fuel assembly in which sodium

is used as a coolant, the fuel assembly is placed in a container, carboxylate or amino carboxylate solution is injected until the fuel assembly is immersed, the solution is circulated in the container in order to extract hydrogen formed in said container.

EFFECT: increased efficiency and shorter time spent washing off residual sodium from the elements.

13 cl, 4 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способам обработки натрия, в частности, к способам, применяемым в ходе обработки объектов, включающих элементы, омываемые натрием, используемым, например, в качестве теплоносителя.

5 В области ядерной энергетики можно упомянуть ядерный реактор на быстрых нейтронах RNR-Na, охлаждаемый жидким натрием, с замкнутым циклом, который позволяет рециркулировать все актиниды и регенерировать плутоний. На фиг. 1, взятой из файла CLEFS CEA - No. 5 - SUMMER 2007, показан этот тип реактора, включающего сердечник 1 с топливом, соединенный со стержнями 2 регулирования мощности реактора
10 («стержень регулирования мощности реактора» означает подвижную часть из поглощающего нейтроны материала, предназначенную для уменьшения коэффициента размножения нейтронов, благодаря чему возможно контролировать цепные реакции). Реактор также включает горячую камеру 3 повышенного давления и холодную камеру 4 повышенного давления, представляющие собой питающую камеру (или аванкамеру)
15 (или резервуар), заполненные, соответственно, горячим первичным натриевым теплоносителем (возле сердечника 1) и холодным первичным натриевым теплоносителем. Благодаря наличию теплообменника 5, насоса 6 вторичного натриевого теплоносителя, парогенератора 7, соединенного с турбиной 8, конденсатором 9 и генератором 10, возможно получать на выходе электроэнергию P.

20 Внутри ядерного реактора сердечник соответствует области, в которой поддерживаются цепные реакции, и включает топливо, содержащее энергетические делящиеся материалы (тяжелые ядра), а также топливное сырье, которое под действием нейтронов претерпевает частичное превращение. Топливо может иметь разные формы (таблетки, шарики, частицы), а топливные элементы могут быть скомпонованы как
25 стержни, прутки или пластины, которые, в свою очередь, объединены в кассеты.

Традиционный способ промывки топливных кассет охлаждаемых натрием ядерных реакторов на быстрых нейтронах (RNR-Na) водой основывается на следующей реакции (1) между натрием и водой:



30 Эта реакция характеризуется образованием гидроксида натрия, газообразного водорода и, в сущности, мгновенной скоростью в сочетании с выделением изрядного количества энергии ($\Delta_T H^\circ_{\text{TPN}} = -141 \text{ кДж/моль}_{\text{Na}}$ (энтальпия реакции при н.у.)): последние два обстоятельства, при определенных условиях, могут вызывать быстрое увеличение динамического давления газа (пик сверхдавления), чего следует опасаться из-за
35 возможного нарушения механической целостности конструкций. Неожиданное увеличение давления является угрозой безопасности при проведении операций промывки, и его нужно держать под контролем.

Следует отметить, что в конкретном случае с кассетами имеется дополнительная проблема, угрожающая безопасности операций промывки. Речь идет о необходимости
40 принимать во внимание все мероприятия, направленные на сохранение целостности оболочки тепловыделяющего элемента, которая образует первый барьерный слой защитной оболочки реактора. В частности, во время операций промывки желательно охлаждать оболочку тепловыделяющего элемента и избегать создания в ней механического напряжения.

45 В соответствии с рассматриваемым процессом необходимо применять два подхода в зависимости от типа кассеты: орошение - для большинства кассет, и медленное погружение - для некоторых типов кассет.

Вариант с орошением предусматривает постепенную обработку в несколько стадий:

- стадия действительной обработки, которую осуществляют в управляемом режиме путем постепенного введения воды в форме пара или в форме капель. Эта мелкодисперсная вода находится во взвешенном состоянии в газе-носителе, содержащем диоксид углерода, который впоследствии позволяет преобразовать образовавшийся гидроксид натрия в карбонат натрия. Кассету непрерывно охлаждают пропускаемой через нее реакционноспособной газообразной смесью;

- стадия растворения карбонатов путем полного погружения обрабатываемой детали. Поскольку весь натрий подвергся обработке, погружение кассеты проводят быстро, со скоростью от 60 до 1200 см/мин;

- стадия заключительной промывки, осуществляемая путем рециркуляции воды в промывочной камере. Кассету непрерывно охлаждают водой.

Способ описанного типа продемонстрировал свою эффективность для обработки остаточного натрия в форме пленок.

При этом необходимо наличие такой геометрии конструкции, которая бы благоприятствовала потоку реакционноспособной газообразной смеси, чтобы исключить коалесценцию и/или конденсацию воды на элементах конструкции, так как следует избегать накопления воды - явления, которое может вызвать бурную реакцию между водой и натрием.

На энергетической установке Superphénix, где большинство кассет обрабатывали этим способом, все операции занимали, примерно, 7 часов.

С другой стороны, для определенных типов кассет со снижающими давление элементами (соответствующими зонам, в которых создается перепад давления) в кассете лабиринтного типа в форме винта этот способ по указанным выше причинам неприменим.

Вариант медленного погружения был разработан специально для кассет этого типа, в которых также могут образовываться скопления натрия: стадия нейтрализации была исключена и заменена стадией медленного погружения в чистую воду. Скорость погружения не должна превышать 2 см/мин, чтобы предотвратить какую-либо бурную реакцию натрия с водой. Все операции занимают существенно больше, чем, примерно, 12 часов.

Способ этого типа эффективен для обработки остаточного натрия, присутствующего в форме пленок и скоплений натрия. Следовательно, он намного более гибкий. С другой стороны, чтобы предотвратить повреждение конструкций вследствие бурной реакции между натрием и водой, скорость погружения должна быть медленной. Эту скорость необходимо тщательно контролировать. В соответствии с ограничениями энергетической установки Superphénix, такая скорость погружения несовместима с обработкой топливных кассет с остаточной мощностью более, примерно, 1 кВт.

Дело в том, что, в соответствии с расчетами, теоретическая скорость погружения, при которой нагревание оболочки топливной кассеты, остаточная мощность которой составляет от 2 до 10 кВт, не превышает 350°C, должна лежать в диапазоне от 5 до 50 см/мин, что несовместимо с верхним пределом скорости погружения, определенным выше и равным 2 см/мин, при котором исключается бурная реакция между натрием и водой.

Следовательно, при современном уровне знаний, необходимо осуществлять несколько способов промывки, направленных на обработку остаточного натрия во всех кассетах реактора RNR-Na. Кроме того, каждому из представленных способов свойственно длительное время обработки (минимум 7 или 12 часов, как указано выше).

Тем не менее, в промышленном масштабе было бы желательно наличие одного

способа для всех типов кассет. Кроме того, указанное выше время обработки совершенно не совместимо с целью повышения загрузки реактора. При наличии способа более быстрой промывки было бы возможно уменьшение длительности этой операции и, таким образом, повышение загрузки реактора.

5 В данном контексте Заявителем предлагается способ обработки натрия, благодаря которому становится возможным осуществление операции промывки, включающей погружение натрия в раствор, содержащий компоненты, благодаря которым можно снизить скорость реакции между натрием и водой и, таким образом, скорость выделения энергии в ходе этой реакции и, следовательно, величину соответствующего пика
10 сверхдавления. Благодаря ослаблению явления, вызывающего появление пика сверхдавления, становится возможным увеличение скорости погружения и, следовательно, ускорение обработки, в частности, в случае указанных выше типов кассет.

15 Более конкретно, в соответствии с настоящим изобретением, предлагается погружать натрий в водную однофазную среду, содержащую определенные компоненты. Таким образом, одним из предметов настоящего изобретения является способ обработки натрия путем погружения в водный раствор соли, отличающийся тем, что указанный раствор представляет собой раствор карбоксилата или аминокарбоксилата.

20 В соответствии с одним из вариантов изобретения, указанный раствор представляет собой раствор ацетата.

В соответствии с другим вариантом изобретения, указанный раствор представляет собой раствор ацетата лития или ацетата натрия или ацетата калия.

В соответствии с одним из вариантов изобретения, когда раствор представляет собой раствор ацетата, его концентрация может быть меньше или равна 3 моль/л.

25 В соответствии с одним из вариантов изобретения, раствор соли представляет собой раствор аминокарбоксилата, который может являться раствором этилендиаминтетраацетата тетранатрия. Следует отметить, что аминокарбоксилаты (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid - EDTA) особенно предпочтительны, поскольку для замедления кинетики реакции натрия с водой (sodium water reaction - SWR) их можно
30 использовать в низкой концентрации, обычно, меньшей или равной 0,1 моль/л.

Другим предметом настоящего изобретения является способ промывки омываемых натрием элементов, отличающийся тем, что он представляет собой способ обработки натрия в соответствии с изобретением и включает погружение указанного омываемого натрием элемента в указанный раствор карбоксилата или аминокарбоксилата.

35 В соответствии с одним из вариантов изобретения, омываемый натрием элемент представляет собой элемент, присутствующий в охлаждаемом натрием ядерном реакторе или в установке обработки натрия, при этом, указанный элемент, возможно, является промежуточным теплообменником, насосом или баком, резервуаром, наружной камерой хранения.

40 Другим предметом настоящего изобретения является способ промывки топливной кассеты ядерного реактора, в котором натрий используется в качестве теплоносителя, включающий способ обработки натрия, соответствующий изобретению.

В соответствии с одним из вариантов изобретения, такой способ промывки указанной кассеты включает следующие стадии:

45 - помещение указанной кассеты в контейнер, пригодный для промывки указанной кассеты;

- нагнетание в указанный контейнер раствора соли карбоксилата или аминокарбоксилата с тем, чтобы погрузить указанную кассету в указанный раствор;

- циркуляция указанного раствора в указанном контейнере с тем, чтобы экстрагировать водород, образовавшийся в указанном контейнере, при этом, водород образуется в ходе реакции натрия с указанным раствором.

5 В соответствии с одним из предпочтительных вариантов осуществления изобретения, контейнер представляет собой промывочную камеру.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения, способ промывки указанной кассеты включает предшествующую стадию регулировки температуры указанной кассеты, помещенной в указанный контейнер, до нагнетания указанного раствора.

10 В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения, стадию регулировки температуры осуществляют путем продувки охлаждающим газом, возможно азотом, подаваемым в указанный контейнер.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения, способ промывки указанной кассеты включает стадию промывки, возможно водой, указанной кассеты
15 и указанного контейнера, после стадии циркуляции указанного раствора в указанном контейнере.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения, способ промывки включает стадию сушки после указанной стадии промывки, возможно водой, указанной кассеты и указанного контейнера.

20 Изобретение и другие его преимущества станут более понятны по прочтении нижеследующего описания, не имеющего ограничительного характера, и благодаря прилагаемым чертежам, на которых:

на фиг. 1 показан ядерный реактор на быстрых нейтронах RNR-Na;

25 фиг. 2a и 2b поясняют различие в характере изменения относительного динамического давления как функции времени в ходе обработки натрия, соответственно, раствором, представляющим собой чистую воду, и раствором, содержащим ацетат лития;

- на фиг. 3 показано устройство, позволяющее осуществлять измерения, предназначенные для регулирования реакции натрий-вода, отображаемой на фиг. 2a и 2b.

30 В соответствии с настоящим изобретением, способ обработки натрия раствором, содержащим соль определенного типа, позволяет снизить скорость выделения энергии в ходе реакции (1), представленной выше. Заявителем было замечено, что добавление карбоксилата или аминокарбоксилата в воду позволяет уменьшить скорость реакции в воде и, таким образом, скорость выделения энергии в ходе этой реакции, а,
35 следовательно, и величину соответствующего пика динамического сверхдавления.

Например, на фиг. 2a и 2b показано различие в характере изменения относительного динамического давления как функции времени в ходе обработки натрия, соответственно, раствором, представляющим собой чистую воду, и раствором, содержащим ацетат лития. Более конкретно, изменение относительного динамического давления
40 (выраженного в барах) 700 мл чистой воды, содержащей 1,8 г натрия, при 30°C в камере измеряли как функцию времени (выраженного в секундах) (фиг. 2a). Для сравнения изменение относительного динамического давления (выраженного в барах) 700 мл водного раствора ацетата лития с концентрацией 3 моль/л, содержащего 2 г натрия, при 30°C в камере также измеряли как функцию времени (выраженного в секундах)
45 (фиг. 2b). Кривая фигуры 2b явно демонстрирует отсутствие пика сверхдавления, который есть на кривой фигуры 2a. Таким образом, показано, что в случае присутствия соли - ацетата лития - в надлежащей концентрации пик сверхдавления больше не наблюдается, имеет место только повышение статического давления, связанное с

образованием газообразного водорода, то есть, приблизительно, 0,35 бар при наличии образца натрия 2 г, таким образом, соль этого типа оказывает положительное влияние на замедление реакции между натрием и водой.

На фиг. 3 показано разработанное Заявителем устройство, позволяющее регулировать реакцию натрий-вода (SWR) и осуществлять измерения относительного динамического давления, результаты которых приведены на фиг. 2a и 2b. Более конкретно, данное устройство включает ковш, в котором находится натрий 10: этот ковш образован небольшим сетчатым контейнером, расположенным на конце стержня, который позволяет быстро погружать образец натрия определенного веса и формы в водный раствор соли и удерживать натрий в водном растворе соли. Манометр 11 предназначен для измерения давления. Водный раствор, который может содержать или не содержать соль, до начала испытания помещают в химический реактор 13, оборудованный магнитной мешалкой 14, обеспечивающей надлежащую гомогенность указанного раствора. Возможно наличие входного/выходного отверстия 12 для инертного газа для проведения анализа газов на выходе.

В контексте ядерных реакторов, в которых в качестве теплоносителя используется натрий, особенно выгодно использование описанного выше явления при обработке натрия, прилипшего к стенкам кассеты, или, в более общем смысле, элементов, отличных от омываемых натрием кассет, водными растворами, содержащими соли настоящего изобретения.

Вообще, способ настоящего изобретения открывает возможность обработки и пленок, и скоплений натрия с целью промывки покрытых натрием элементов.

В данном контексте используемые растворы солей могут быть растворами:

- ацетата лития или ацетата калия или ацетата натрия с концентрацией, предпочтительно, менее 3 моля/л;
- аминокарбоксилата, включая этилендиаминтетраацетат тетранатрия с концентрацией, предпочтительно, менее 0,1 моля/л.

Для конкретного случая топливных кассет RNR-Na способ обработки натрия, соответствующий изобретению, открывает возможность получения следующих положительных эффектов:

- обработки путем быстрого погружения, которая может быть проведена независимо от геометрии кассеты;
- обработки всех типов кассет (т.е., даже тех, которые включают снижающие давление элементы в основании кассеты), остаточная энергия которых превышает 1 кВт или даже превышает 10 кВт: действительно, уменьшение скорости обработки натрия посредством использования вышеупомянутых солей позволяет ограничить разрушительное действие сверхдавления и, следовательно, увеличить скорость погружения. В таком случае процесс погружения становится совместимым с функцией охлаждения кассет, как указано при описании промывки путем медленного погружения;
- увеличения скорости обработки кассет, поскольку она осуществляется одним способом, а погружение происходит быстро.

По существу, благодаря настоящему изобретению, в данном контексте становится возможным сведение к минимуму времени обработки и, следовательно, повышение загруженности реактора и/или сведение к минимуму капиталовложений в реактор путем уменьшения числа камер, необходимых для промывки. При этом также повышается уровень безопасности, так как больше нет необходимости в жестком регулировании скорости погружения.

Далее изобретение описано более подробно на примере промывки топливной кассеты,

однако, оно также применимо в случае любого другого элемента, омываемого натрием, который нужно удалить.

Пример способа промывки топливной кассеты с использованием способа обработки натрия настоящего изобретения в промывочной камере (контейнере)

5 В соответствии с первой стадией, кассету помещают в промывочную камеру, затем указанную промывочную камеру закрывают и проводят ее проверку на герметичность.

В соответствии со второй стадией, через кассету продувают инертный газ (возможно, азот N_2), чтобы убедиться, что она не закупорена.

10 В соответствии с третьей стадией, проводят операцию по охлаждению кассеты. Для этого кассету продувают азотом, охлаждая ее путем принудительной конвекции до температуры около $150^\circ C$.

15 В соответствии с четвертой стадией, когда температура достигает уровня, совместимого с проведением операции погружения, включают насос, нагнетающий в промывочную камеру раствор соли. Обработку контролируют посредством гигрометрических параметров, образованию водорода и температуре газообразных продуктов.

20 Раствор солей готовят заранее в аппарате для проведения реакций, емкости которого достаточно для погружения кассеты целиком. Температура равна, приблизительно, $20^\circ C$. Выбранную соль растворяют в воде в данном аппарате при помощи эффективного перемешивающего устройства. Например, чтобы приготовить 3М раствор ацетата натрия объемом, примерно, $0,5\text{ м}^3$, в аппарат с мешалкой непрерывно вводят массу, примерно, 123 кг.

25 В соответствии с пятой стадией, организуют циркуляцию раствора соли при помощи надлежащего насоса до тех пор, пока выделение водорода не станет равным нулю.

В соответствии с шестой стадией, осуществляют операцию опорожнения промывочной камеры в обеспечиваемый с этой целью резервуар жидких отходов.

30 В соответствии с седьмой стадией, осуществляют операцию споласкивания кассеты и промывочной камеры. Для проведения этой операции камеру погружают в чистую воду со скоростью от 600 до 1200 см/мин, затем проводят операцию рециркуляции. Следует отметить, что для сведения к минимуму количества жидких отходов, образующихся на этой установке, вода после споласкивания может быть использована на стадии обработки следующей кассеты. Эффективность споласкивания можно контролировать путем измерения электропроводности жидких отходов.

35 В соответствии с восьмой стадией, камеру опорожняют в аппарат для проведения реакций.

В соответствии с девятой стадией, проводят операцию сушки камеры, кассету перед выемкой из камеры охлаждают, обдувая сухим азотом; эта операция сопровождается измерением гигрометрических параметров.

40 (57) Формула изобретения

1. Способ обработки натрия, осажденного на элементах ядерного реактора, путем погружения в водный раствор соли, отличающийся тем, что указанный раствор представляет собой раствор карбоксилата или аминокарбоксилата.

45 2. Способ обработки натрия путем погружения по п. 1, отличающийся тем, что указанный раствор представляет собой раствор ацетата.

3. Способ обработки натрия путем погружения по п. 2, отличающийся тем, что указанный раствор представляет собой раствор ацетата лития, или ацетата натрия, или ацетата калия.

4. Способ обработки натрия путем погружения по п. 2 или 3, отличающийся тем, что концентрация раствора ацетата меньше или равна 3 моль/л.

5 5. Способ обработки натрия путем погружения по п. 1, отличающийся тем, что указанный раствор представляет собой раствор аминокарбоксилата, который может являться раствором этилендиаминтетраацетата тетранатрия.

6. Способ обработки натрия путем погружения по п. 5, отличающийся тем, что концентрация указанного раствора меньше или равна 0,1 моль/л.

7. Способ промывки омываемого натрием элемента ядерного реактора от осадений натрия, отличающийся тем, что он включает способ обработки натрия по одному из предшествующих пунктов и включает погружение указанного омываемого натрием 10 элемента в указанный раствор карбоксилата или аминокарбоксилата.

8. Способ промывки по п. 7, отличающийся тем, что омываемый натрием элемент представляет собой элемент, присутствующий в охлаждаемом натрием ядерном реакторе или в установке обработки натрия, при этом указанный элемент, возможно, является 15 промежуточным теплообменником, насосом или баком, резервуаром, наружной камерой хранения.

9. Способ промывки топливной кассеты ядерного реактора, в котором натрий используется в качестве теплоносителя, отличающийся тем, что он включает способ обработки натрия по одному из пп. 1-6 и включает следующие стадии:

20 - помещение указанной кассеты в контейнер, пригодный для промывки указанной кассеты;

- нагнетание в указанный контейнер раствора карбоксилата или аминокарбоксилата с тем, чтобы погрузить указанную кассету в указанный раствор;

25 - циркуляция указанного раствора в указанном контейнере с тем, чтобы экстрагировать водород, образовавшийся в указанном контейнере, при этом водород образуется в ходе реакции натрия с указанным раствором.

10. Способ промывки по п. 9, отличающийся тем, что он включает предшествующую стадию регулировки температуры указанной кассеты, помещенной в указанный 30 контейнер, до нагнетания указанного раствора.

30 11. Способ промывки по п. 10, отличающийся тем, что стадию регулировки температуры осуществляют путем продувки нереакционноспособным охлаждающим газом, возможно азотом, подаваемым в указанный контейнер.

35 12. Способ промывки по п. 9, отличающийся тем, что он включает стадию промывки, возможно водой, указанной кассеты и указанного контейнера после стадии циркуляции указанного раствора в указанном контейнере.

13. Способ промывки по п. 12, отличающийся тем, что он включает стадию сушки после указанной стадии промывки, возможно водой, указанной кассеты и указанного 40 контейнера.

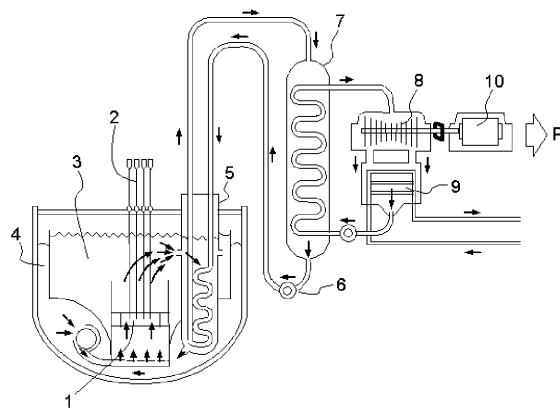
40

45

1

536078

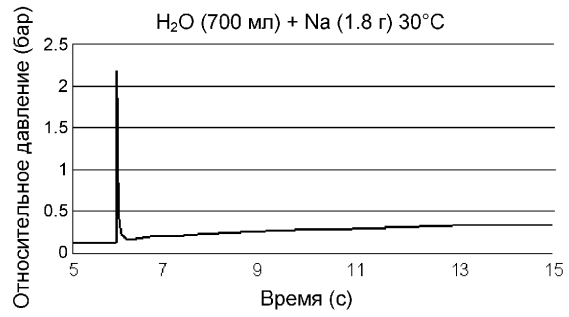
1/3



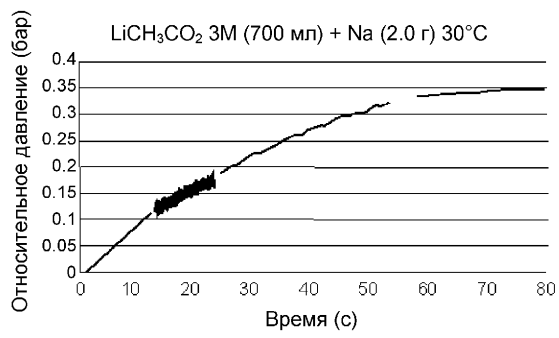
ФИГ.1

2

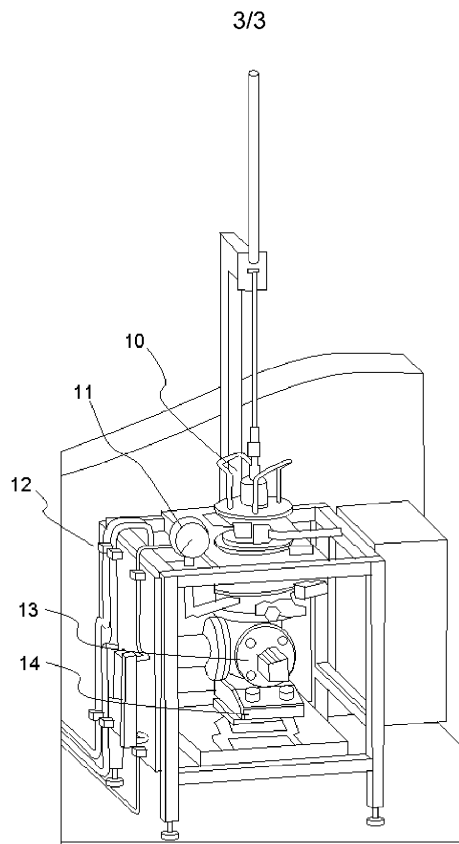
2/3



ФИГ.2а



ФИГ.2б



ФИГ.3