



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 145 123<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>7</sup> G 21 B 1/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97120419/06, 10.12.1997

(24) Дата начала действия патента: 10.12.1997

(46) Дата публикации: 27.01.2000

(56) Ссылки: Физика металлов и металловедение. - М.: Наука, 1992, N 6, с.136 - 143. RU 2056656 C1, 1996. Успехи физических наук. М.: Наука, 1992, т.162, N 10, с.73 - 76. EP 0394204 A1, 1990. WO 97/43768 A1, 20.11.97. DE 3910806 A1, 1990. JP 04115188 A, 1992.

(98) Адрес для переписки:  
624051, Заречный Свердловской обл.,  
ул.Таховская, д.12, кв.10 Цветкову С.А.

(71) Заявитель:  
Цветков Сергей Алексеевич

(72) Изобретатель: Цветков С.А.

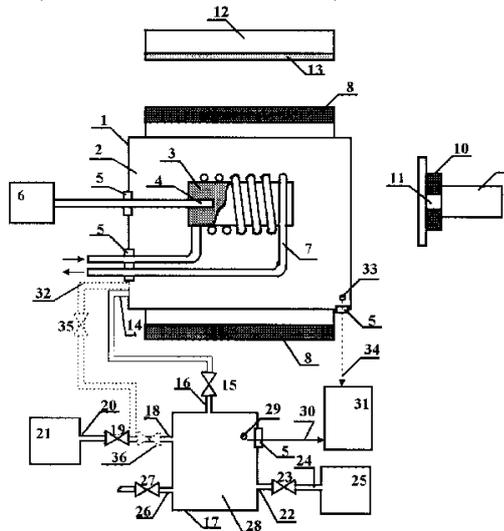
(73) Патентообладатель:  
Цветков Сергей Алексеевич

### (54) СПОСОБ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретения относятся к ядерной физике и могут быть использованы для получения нейтронного и гамма-излучений, тепловой энергии, а также для проведения экспериментов по осуществлению реакций ядерного синтеза. Перед насыщением рабочего образца 3 газообразным дейтерием готовят смесь газообразного дейтерия с атмосферным воздухом, содержание которого в этой смеси газов составляет 0,1 - 4,09% от объема смеси газов. Насыщение рабочего образца 3 газообразным дейтерием и инициирование ядерного синтеза осуществляют подачей газообразного дейтерия в реакторную камеру 1 в составе указанной смеси газов. Смесь газов подается в реакторную камеру со скоростью, обеспечивающей в процессе насыщения разогревание рабочего образца 3 на 50 - 200 град/с. Устройство для осуществления ядерного синтеза содержит средство 21 для вакуумирования полости реакторной камеры 1, входной патрубок 20 которого сообщается с полостью 2 реакторной камеры 1 через первый вентиль 19, средство 8 для нагрева и охлаждения рабочего образца 3 в реакторной камере 1, средства для измерения

температуры рабочего образца 3 и давления, а также источник 17 рабочей среды, включающей газообразный дейтерий и атмосферный воздух. Изобретение обеспечивает увеличение мощности излучения, повышение выхода тепловой энергии и воспроизводимости реакций ядерного синтеза. 2 с. и 5 з.п.ф-лы, 1 ил.





(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 145 123** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **G 21 B 1/00**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97120419/06, 10.12.1997  
 (24) Effective date for property rights: 10.12.1997  
 (46) Date of publication: 27.01.2000  
 (98) Mail address:  
 624051, Zarechnyj Sverdlovskoj obl.,  
 ul.Takhovskaja, d.12, kv.10 Tsvetkovu S.A.

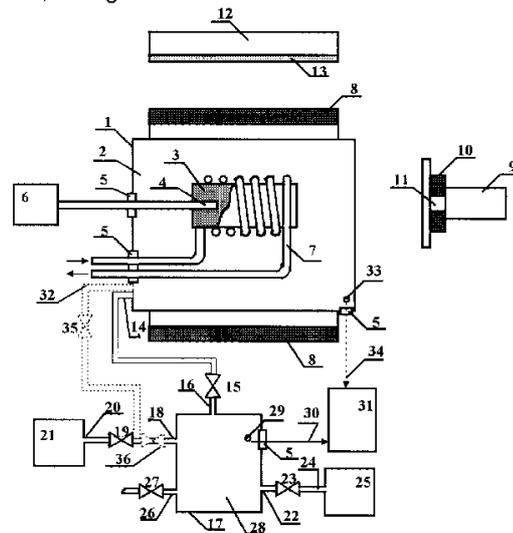
(71) Applicant:  
**Tsvetkov Sergej Alekseevich**  
 (72) Inventor: **Tsvetkov S.A.**  
 (73) Proprietor:  
**Tsvetkov Sergej Alekseevich**

(54) **NUCLEAR FUSION METHOD AND DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: nuclear physics. SUBSTANCE: prior to saturating work piece 3 with gaseous deuterium, the latter is mixed up with atmospheric air whose proportion in gas mixture is to be 0.1 to 4.09% of total volume. For saturating work piece 3 with gaseous deuterium and initiating nuclear fusion, gaseous deuterium mixed up with air in mentioned proportion is supplied to reactor chamber 1 at rate sufficient for heating work piece 3 to 50-200 deg. per second in the course of saturation. Device implementing this method has means 21 for evacuating reactor chamber 1, whose inlet pipe connection 2 communicates with space 2 of reactor chamber 1 through first valve 19, means 8 for heating and cooling work piece 3 in reactor chamber 1, instruments for measuring temperature of work piece 3 and pressure, as well as source 17 of working medium incorporating gaseous deuterium and atmospheric air. EFFECT: improved radiation

power, heat energy output, and reproducibility of nuclear fusion reactions. 7 cl, 1 dwg



RU 2 1 4 5 1 2 3 C 1

RU 2 1 4 5 1 2 3 C 1

Группа изобретений относится к области холодного ядерного синтеза, а именно к способу и устройству для осуществления ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, обладающего высокой степенью поглощения дейтерия, например титана. Изобретения могут быть использованы для получения нейтронного и гамма-излучений, тепловой энергии, а также для проведения экспериментов по осуществлению реакций ядерного синтеза.

Известен способ ядерного синтеза с использованием газообразного вещества, поглощаемого твердым телом, например, образцом палладия, включающий активирование поглощающего тела в реакторной камере, подачу в реакторную камеру газообразного вещества, необходимого для проведения реакций ядерного синтеза, выдержку газопоглощающего тела в атмосфере этого вещества до состояния, близкого к насыщению, путем подачи указанного дейтерия в реакторную камеру и инициирование ядерного синтеза (заявка Японии N 91160397, з. 18.11.89 г., оп. 10.07.91 г., см. Х.Л.Фокс "Холодный ядерный синтез: сущность, проблемы, влияние на мир, взгляд из США", М., "СВИТЭК", 1993, стр. 173).

В приведенном способе насыщение газопоглощающего тела газообразным дейтерием и инициирование ядерного синтеза являются отдельными последовательными операциями способа, причем насыщение проводят путем выдержки образца в насыщающем газе, т. е. достаточно медленно и до состояния, близкого, но не достигающего насыщения, после чего иницируют возникновение реакций синтеза. Это обуславливает недостатки известного способа, заключающиеся в пониженных воспроизводимости и интенсивности реакций ядерного синтеза.

Наиболее близким к предложенному является способ ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, поглощающего водород, в данном случае - титанового рабочего образца металла, включающий вакуумно-термическую дегазацию помещенного в реакторную камеру рабочего образца металла (в исходном состоянии являющегося гидридом титана) при 600-1100°C или 873-1373 К до достижения равновесного давления остаточного газа в реакторной камере не более 1 Па, последующее снижение температуры рабочего образца металла до значения, находящегося в диапазоне 550-590 °C или 823-863, насыщение рабочего образца металла газообразным дейтерием до достижения рабочим образцом металла состава, соответствующего гамма-фазе, путем подачи указанного дейтерия в реакторную камеру и инициирование ядерного синтеза путем периодического изменения температуры рабочего образца металла за счет изменения мощности нагревателя или импульсного лазерного подогрева рабочего образца металла ("Лазерно-индуцированная реакция холодного ядерного синтеза в системе металл-газ для Ti-D<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>-T<sub>2</sub>", И. Л.Бельтюков и др. "Физика

металлов и металловедение", 1992, N 6, стр. 138-143).

В указанном способе-прототипе, как и в аналоге, насыщение рабочего образца металла газообразным дейтерием и инициирование ядерного синтеза производятся последовательно друг за другом. Кроме того, при насыщении дейтерием и инициировании реакций синтеза переход состава рабочего образца металла через границы фаз происходит с пониженной скоростью. В результате недостатками способа-прототипа являются пониженные воспроизводимости и интенсивности реакций ядерного синтеза.

Задачей изобретения-способа является повышение воспроизводимости и интенсивности реакций ядерного синтеза.

Для решения указанной задачи известный способ ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, поглощающего водород, включающий вакуумно-термическую дегазацию помещенного в реакторную камеру рабочего образца металла до достижения равновесного давления остаточного газа в реакторной камере не более 1 Па, последующее снижение температуры рабочего образца металла, затем - насыщение рабочего образца металла газообразным дейтерием до достижения рабочим образцом металла состава, соответствующего гамма-фазе, путем подачи указанного дейтерия в реакторную камеру и инициирование ядерного синтеза, отличается тем, что вакуумно-термическую дегазацию помещенного в реакторную камеру рабочего образца металла ведут при температуре, не превышающей 90% от температуры плавления металла, последующее снижение температуры рабочего образца металла ведут до значения, находящегося в диапазоне 42-45% от температуры плавления металла, перед насыщением рабочего образца металла газообразным дейтерием готовят смесь газообразного дейтерия с атмосферным воздухом, содержание которого в этой смеси газов составляет 0,1-4,09% от объема полученной смеси газов, а насыщение рабочего образца металла газообразным дейтерием и инициирование ядерного синтеза осуществляют подачей газообразного дейтерия в реакторную камеру в составе указанной смеси газов, при этом указанная смесь газов подается в реакторную камеру со скоростью, обеспечивающей в процессе насыщения разогревание рабочего образца металла на 50 - 200 град/с.

Способ ядерного синтеза отличается также тем, что содержание атмосферного воздуха в смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом устанавливают в пределах 1,0 - 4,09% от объема полученной смеси газов, а подачу указанной смеси газов в реакторную камеру осуществляют со скоростью, которая обеспечивает разогревание рабочего образца металла на 90 -180 град/с.

Введение в известный способ операции подготовки смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом, составляющим в смеси от 0,1 - 4,09% от объема полученной смеси газов, подачи этой смеси в реакторную камеру со скоростью, обеспечивающей в

процессе насыщения металла дейтерием разогревание рабочего образца со скоростью 50 - 200 град/с, а также осуществление вакуумно-термической дегазации помещенного в реакторную камеру рабочего образца металла при температуре, не превышающей 90% от температуры плавления металла, и снижение температуры рабочего образца металла до значения, находящегося в диапазоне 42-45% от температуры плавления металла, позволяющую в совокупности с общими для прототипа признаками получить новый технический результат, заключающийся в иницирующем воздействии кислорода и азота воздуха на протекание реакций ядерного синтеза с участием дейтерия и в увеличении скорости изменения состава рабочего образца, перехода от одной фазы к другой. В результате имеет место увеличение мощности излучения, повышение выхода тепловой энергии и воспроизводимости реакций ядерного синтеза.

При значениях вышеуказанных параметров способа, лежащих ниже или выше предложенных диапазонов их значений, не наблюдается повышения воспроизводимости и интенсивности реакций синтеза по сравнению с прототипом. В отношении состава смеси это обусловлено недостаточным содержанием атомов кислорода и азота для иницирующего воздействия на процесс. При более низкой, чем требуется по предложенному способу, скорости подачи смеси происходит окисление рабочего образца металла, предшествующее возникновению реакций синтеза, затрудняющее их возникновение и снижающее интенсивность и воспроизводимую до уровня прототипа.

При содержании атмосферного воздуха в смеси газов, превышающем 4,09% от объема смеси газов, при незначительном повышении интенсивности процесса недопустимо повышается риск взрыва кислородно-водородной смеси. Повышение скорости разогрева рабочего образца металла до величины, большей указанного верхнего предела, ведет к перегреву образца и потере прочностных свойств, возможному расплавлению металла, к изменению свойств образца металла, исключающему получение технического результата изобретения. Реализация предложенного способа при содержании атмосферного воздуха в смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом в пределах 1,0 - 4,0% от объема смеси газов и подаче указанной смеси в реакторную камеру со скоростью, которая обеспечивает разогревание рабочего образца металла со скоростью 90-180 град/с, является оптимальной с точки зрения эффективности способа.

Известна система для осуществления ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой титана или другого металла с подобными свойствами, включающая реакторный сосуд, находящийся в термодобролируемой атмосфере, внутри которого размещен указанный металл, средство для вакуумирования полости реакторного сосуда (вакуумный насос), средства для измерения температуры

(термопара) и давления (манометр), а также источник вводимой в реакторный сосуд рабочей среды - газообразного дейтерия, сообщаемый с реакторным сосудом через понижающий редуктор давления и перепускные клапаны или вентили (Европейская заявка N EP 394204, з. 18.04.89 г., оп.24.10.90 г., см. Х.Л.Фокс "Холодный ядерный синтез: сущность, проблемы, влияние на мир, взгляд из США", М., "СВИТЭК", 1993, стр. 169-170).

Имеющиеся в описанном устройстве средства обеспечивают насыщение газопоглощающего тела газообразным дейтерием путем выдержки образца в насыщающем газе, т. е. достаточно медленно, так как подача газообразного дейтерия в реакторную камеру осуществляется через понижающий редуктор давления, снижающий скорость подачи газа. В составе подаваемой в реакторную камеру газообразной рабочей среды отсутствуют кислород и азот. Все это обуславливает недостаток известного устройства, заключающийся в пониженных воспроизводимости и интенсивности реакций ядерного синтеза.

Наиболее близким к изобретению-устройству является устройство для осуществления ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, поглощающего водород, содержащая реакторную камеру с размещенным в ее полости рабочим образцом металла, средство для вакуумирования полости реакторной камеры, входной патрубков которого сообщается с полостью реакторной камеры, по крайней мере, через один первый вентиль, средство для нагрева и охлаждения рабочего образца металла в реакторной камере, средство для измерения температуры рабочего образца металла, средство для измерения давления в реакторной камере, источник вводимой в реакторную камеру рабочей среды, включающей газообразный дейтерий, причем выходной патрубков указанного источника сообщается с полостью реакторной камеры через второй вентиль, и средство для подачи рабочей среды в реакторную камеру (описание к патенту RU 2056656 C 1, МПК-6 G 21 G 4/02, G 21 B 1/00, опубл. 20.03.96 г.).

В указанном устройстве-прототипе, как и в устройстве-аналоге, в составе подаваемой в реакторную камеру газообразной рабочей среды отсутствуют кислород и азот. Это обуславливает недостатки устройства-прототипа, заключающиеся в пониженных воспроизводимости и интенсивности реакций ядерного синтеза.

Задачей изобретения-устройства является повышение воспроизводимости и интенсивности реакций ядерного синтеза.

Для решения поставленной задачи устройство для осуществления ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, поглощающего водород, содержащее реакторную камеру с размещенным в ее полости рабочим образцом металла, средство для вакуумирования полости реакторной камеры, входной патрубков которого сообщается с полостью реакторной камеры по крайней мере через один первый вентиль, средство

для нагрева и охлаждения рабочего образца металла в реакторной камере, средство для измерения температуры рабочего образца металла, средство для измерения давления, источник рабочей среды, включающей газообразный дейтерий, выходной патрубок которого сообщается с полостью реакторной камеры через второй вентиль, и средство для подачи рабочей среды в реакторную камеру, отличается тем, что в состав рабочей среды введен атмосферный воздух в количестве 0,1-4,09% от объема рабочей среды.

Кроме того, устройство для осуществления ядерного синтеза отличается тем, что источник рабочей среды и средство для подачи рабочей среды в реакторную камеру выполнены в виде смесительного баллона, снабженного тремя патрубками, двумя дополнительными вентилями и датчиком давления в этом баллоне, первый патрубок смесительного баллона является выходным патрубком источника рабочей среды, второй патрубок указанного баллона с первым дополнительным вентилем является входным для подачи атмосферного воздуха, третий патрубок смесительного баллона со вторым дополнительным вентилем является входным для подачи газообразного дейтерия, а датчик давления в смесительном баллоне соединен со средством измерения давления.

Еще устройство для осуществления ядерного синтеза отличается тем, что в смесительном баллоне выполнен четвертый патрубок, который соединен через первый вентиль с выходным патрубком средства для вакуумирования полости реакторной камеры.

Также устройство для осуществления ядерного синтеза отличается и тем, что в него введен в качестве источника атмосферного воздуха дополнительный баллон с атмосферным воздухом стандартного состава, сообщающийся через второй дополнительный вентиль со вторым патрубком смесительного баллона.

Наконец, устройство для осуществления ядерного синтеза отличается тем, что средство для измерения давления сообщено с реакторной камерой.

Введение в состав рабочей среды атмосферного воздуха в количестве 0,1-4,09% от объема рабочей среды обеспечивает в процессе функционирования устройства получение нового технического результата, заключающегося в иницирующем воздействии кислорода и азота воздуха на протекание реакций ядерного синтеза с участием дейтерия и увеличение скорости изменения фазового состава рабочего образца металла. В результате имеет место увеличение мощности излучения, повышение выхода тепловой энергии и воспроизводимости реакций ядерного синтеза.

Выполнение источника рабочей среды и средства для подачи рабочей среды в реакторную камеру в виде смесительного баллона, снабженного тремя патрубками, двумя дополнительными вентилями и датчиком давления в этом баллоне при соответствующем указанном выше включении этого баллона в устройство является одной из реализаций устройства для осуществления реакции ядерного синтеза, описанного в независимом пункте изобретения.

Соединение выходного патрубка средства

для вакуумирования полости реакторной камеры через первый вентиль с четвертым патрубком смесительного баллона характеризует одну из реализаций устройства, при которой упрощается конструкция реакторной камеры, а именно для сообщения ее полости с другими элементами устройства требуется только один патрубок, соединенный через второй вентиль со смесительным баллоном.

Введение в устройство в качестве источника атмосферного воздуха дополнительного баллона с атмосферным воздухом стандартного состава, сообщающегося через второй дополнительный вентиль со вторым патрубком смесительного баллона, обеспечивает возможность работы устройства без связи с атмосферой земли, например, при работе устройства в космосе, а также защищает от неконтролируемого возможного нарушения параметров выполняемого процесса при изменении состава атмосферного воздуха, окружающего устройство.

Введение в устройство признака "средство для измерения давления сообщено с реакторной камерой" является вариантом его исполнения.

Вышеприведенные способ ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, и устройство для его осуществления удовлетворяют требованию единства изобретения, так как они составляют группу изобретений, в которой устройство предназначено для реализации способа, причем обеспечивается получение одного и того же технического результата.

Изобретение поясняется чертежом, на котором изображена схема устройства.

Устройство для осуществления ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой металла, поглощающего водород, например титана, содержит реакторную камеру 1 с размещенным в ее полости 2 рабочим образцом 3 металла. Средства закрепления рабочего образца 2 в камере 1 на чертеже не показаны. В отверстии образца 3 расположена термopара 4, соединенная через герметичный ввод 5 с расположенным вне полости 2 измерителем температуры 6, в качестве которого может быть использован самописец типа ТЗ-4620. Вокруг рабочего образца 3 может быть расположен теплообменник 7 для отвода тепловой энергии. В качестве нагревательного элемента средства для нагрева и охлаждения образца 3 вокруг реакторной камеры 1 расположена нагревательная обмотка 8 (изображена условно) из изолированного нихромового провода в нержавеющей оболочке. Обмотка 8 соединена с источником переменного напряжения и высокоточным регулятором температуры типа ВРТ-3 (на чертеже не показано).

Вокруг реакторной камеры 1 размещены средства для регистрации нейтронного и гамма-излучения. Для регистрации гамма-излучения использован сцинтилляционный детектор 9 на основе монокристалла NaI(Tl) со свинцовым экраном 10, имеющим отверстие 11. Регистрация нейтронного излучения осуществлена с

помощью нескольких счетчиков медленных нейтронов 12 типа СИ-19Н с полиэтиленовым замедлителем нейтронов 13. Указанные регистраторы нейтронного и гамма-излучения калибруются с использованием стандартных источников нейтронов  $^{252}\text{Cf}$  и гамма-излучения  $^{60}\text{Co}$ .

Патрубок 14 реакторной камеры 1 соединен через вентиль 15 с патрубком 16 смесительного баллона 17, выполняющего в данном случае роль источника рабочей среды - смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом. Патрубок 18 баллона 17 через вентиль 19 соединен с патрубком 20 вакуумного насоса 21. Патрубок 22 смесительного баллона 17 через вентиль 23 соединен с патрубком 24 баллона 25 с газообразным дейтерием. Патрубок 26 с вентилем 27 является входным для подачи в полость 28 баллона 17 атмосферного воздуха из окружающей устройство атмосферы. Патрубок 26 через вентиль 27 может быть соединен с дополнительным баллоном, содержащим атмосферный воздух стандартного состава (на чертеже не показано). В полости 28 смесительного баллона 17 размещен датчик 29 давления в баллоне 17, соединенный со входом 30 блока 31 измерения давления. В качестве датчиков 29 и 33 могут быть использованы датчики давления типа "Сапфир", в качестве блока 31 - самописец TZ-4620.

В варианте исполнения устройства патрубок 20 насоса 21 может быть соединен через вентиль 19 с дополнительным патрубком 32 реакторной камеры 1, а через вентили 19 и 35 - с патрубком 18 баллона 17. В полости 2 реакторной камеры 1 может быть размещен дополнительный датчик 33 давления в этой камере, соединенный со вторым входом 34 блока измерения давления 31. Упомянутые соединения показаны на чертеже пунктиром.

В другом варианте исполнения устройства в качестве источника рабочей среды (смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом) и средства для подачи рабочей среды в реакторную камеру 1 вместо смесительного баллона (17) с датчиком давления (29), имеющего выходной патрубок (16) и несколько входных патрубков (18, 22, 26), может быть использован баллон с рабочей средой вышеуказанного состава, находящейся под вышеуказанным давлением, имеющий только один выходной патрубок вышеуказанного диаметра, сообщающийся через вентиль с полостью 2 реакторной камеры 1 (на чертеже не показано). Такого баллона достаточно для однократного осуществления предложенного способа ядерного синтеза.

Вакуумный насос 21 оборудован ловушкой паров вакуумного масла на жидком азоте для исключения попадания паров этого масла на рабочий образец 3 при его дегазации.

Устройство, показанное на чертеже, работает и способ осуществляется следующим образом. Рассматривается вариант с подключением насоса 21 через патрубки 20, 18 и вентиль 19 только к полости смесительного баллона 17. При этом могут быть задействованы либо оба датчика 29, 33 давления, либо только датчик 29, расположенный в полости 28 баллона 17.

В качестве рабочего образца 3 металл

используется, в частности, цилиндрический образец, выполненный в исходном состоянии из гидрида титана состава  $\text{TiH}_{1,97}$ , изготовленный из порошка методом теплового компактирования и имеющий развитую площадь. В реализации способа используется образец 3 массой 7 г с площадью поверхности 574  $\text{см}^2$ .

После установки образца 3 с термопарой 4 в полость 2 реакторной камеры 1 и герметизации камеры открывают вентили 15 и 19, закрывают вентили 23 и 27 и производят вакуумно-термическую дегазацию образца 3 с помощью включенного насоса 21 при одновременном подъеме температуры образца 3 с использованием нагревательной обмотки 8 до значения 1073 К, находящегося в диапазоне, не превышающем 90 процентов от температуры плавления титана, равной 1953 К. Температура рабочего образца 3 контролируется с помощью термопары 4 и измерителя температуры 6. Во избежание растрескивания образца 3 температура поднимается со скоростью не более 100 градусов за 10 мин. Критерием окончания вакуумно-термической дегазации является достижение равновесного значения остаточного газа в камере 1, не превышающего значения 1 Па в отсутствие откачки. Величина давления в полости 2 камеры 1 может контролироваться с помощью любого из датчиков 29 или 33 давления, соединенных с блоком 31 измерения давления.

После окончания дегазации снижают температуру образца 3 до 848 К путем уменьшения мощности нагревательной обмотки 8.

По окончании дегазации образца 3 производят также подготовку в баллоне 17 необходимой смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом. Для обеспечения последующего разогревания всего объема образца 3 при напуске смеси газов на образец (подаче смеси газов в камеру 1 из баллона 17) количество смеси рассчитывается в зависимости от величины площади поверхности образца 3. На каждый квадратный см поверхности образца 3 требуется  $(8,2 \pm 0,2)\text{нсм}^3$  смеси газов. Под единицей измерения объема газа  $\text{нсм}^3$  (нормальный см кубический) понимается объем газа в 1  $\text{см}^3$ , находящегося при нормальных условиях (температура 0 °С или 273,15 К, давление 101325 Па). Для данного образца 3 массой 7 г и площадью развитой поверхности 574  $\text{см}^2$  в смесительном баллоне 17 требуется подготовить 4700  $\text{нсм}^2$  смеси газов. Для обеспечения подачи этой смеси в полость 2 камеры 1 с требуемой скоростью при диаметре патрубка 16 (или 14)10 мм давление подготовленной смеси газов в баллоне 17 должно быть 3284327 Па (3,28 МПа). При этом объем полости 28 баллона 17 должен быть равен 145  $\text{см}^3$ .

Для приготовления смеси газов используются газообразный дейтерий чистой не менее 99,99 об.% и сухой атмосферный воздух стандартного состава (в объемных процентах: азот - 78,08; кислород - 20,96; аргон - 0,93; диоксид углерода - 0,03).

В результате дегазации образца 3 происходит вакуумирование полостей 2 и 28

соответственно камеры 1 и баллона 17. По окончании дегазации образца 3 закрывают вентили 15, 19 и начинают подготовку смеси газов в баллоне 17. Для этого открывают вентиль 27 и подают в полость 28 баллона 17 определенное количество атмосферного воздуха, контролируемое по величине давления в полости 28 с помощью датчика 29. В данной реализации способа при требуемом объеме смеси газов  $4700 \text{ см}^3$  и содержании атмосферного воздуха 1,5 об.% от требуемого объема смеси, в баллон 17 напускают атмосферный воздух до получения давления 49265 Па. После этого закрывают вентиль 27 и открывают вентиль 23 для подачи в полость 28 баллона 17 газообразного дейтерия из баллона 25. При этом контролируют величину давления в полости 28. Вентиль 23 закрывают при достижении давления в полости 28, равного 3,28 МПа. Выжидают 10 минут для перемешивания газов в баллоне 17, после чего в баллоне 17 получена требуемая смесь атмосферного воздуха (1,5 об.%) и газообразного дейтерия (98,5 об.%). Подготовка смеси газов закончена.

Перед началом напуска смеси газов в полость 2 камеры 1 включают датчики регистрации нейтронного и гамма-излучений. Затем осуществляют насыщение титанового рабочего образца 3 путем подачи подготовленной смеси газов в полость 2 реакторной камеры 1, для чего открывают вентиль 15. При этом подготовленная ранее смесь газов поступает из баллона 17 в камеру 1. В образце 3 происходит насыщение дейтерием до состава, соответствующего гамма-фазе, причем образец 3 разогревается до температуры 1398 К со скоростью 183 град/с. В процессе указанного насыщения образца 3 происходит ускоренное изменение состава образца, переход от  $\alpha$ - фазы через двухфазную  $\alpha+\beta$ - область к  $\beta$ - фазе, от  $\beta$ -фазы через двухфазную  $\beta+\gamma$ - область к  $\gamma$ - фазе. При этом происходит инициирование реакций ядерного синтеза.

Во время насыщения рабочего образца дейтерием и в течение не менее четырехсот секунд (400 с) после его начала мощность нагревательной обмотки 8 поддерживается постоянной, производится регистрация температуры образца и возникающих излучений. В течение указанного времени происходит поглощение рабочим образцом 3 составляющих смеси газов (дейтерия, кислорода, азота) с реализацией реакций ядерного синтеза. Давление в полости 2 реакторной камеры 1 падает до величины остаточного давления, равного примерно 454215 Па. После этого может быть повторен описанный цикл реализации способа, начиная с дегазации рабочего образца.

В результате описанной реализации способа зарегистрировано 7 импульсных потоков нейтронного излучения, длительностью каждого не более 0,5 сек, в среднем превышающих нормальный фон в 32 раза. В пересчете по чувствительности датчиков к нейтронам от калифорниевого источника  $^{252}\text{Cf}$  это составляет около 500 нейтронов в секунду в импульсном потоке при длительности его не более 0,5 с. Зарегистрирован также импульсный поток гамма-излучения, превышающий фон в два раза. Максимальная температура рабочего образца 3 составила 1398 К.

В качестве металла для изготовления рабочего образца 3 и осуществления предложенного способа могут быть использованы также цирконий, палладий, ниобий, церий и другие металлы, обладающие высокой степенью поглощения водорода (в том числе его изотопов). При использовании циркония и палладия рабочий образец металла в исходном состоянии представляет собой соответственно гидрид циркония и гидрид палладия.

При соединении патрубка 20 насоса 21 через вентили 19 и 35 с дополнительным патрубком 32 реакторной камеры 1, а с патрубком 18 баллона 17 - через вентили 19 и 36 вакуумно-термическая дегазация образца 3 может производиться при открытых вентилях 19, 35 и закрытых вентилях 15 и 36. Если перед этим откакуммировать полость 28 смесительного баллона 17, что можно осуществить при открытых вентилях 19 и 36 и закрытых вентилях 15 и 35, тогда одновременно с дегазацией образца 3 может вестись подготовка смеси газов в смесительном баллоне 17. При использовании не показанного на чертеже дополнительного баллона с атмосферным воздухом атмосферный воздух подается в баллон 17 через вентиль 27 и патрубок 26 из этого дополнительного баллона.

Для отбора тепловой энергии, выделяющейся при работе устройства, может быть использован теплообменник с газовой рабочей средой.

Описанный способ со скоростью нагрева рабочего образца 183 град/с повторен при следующих четырех значениях содержания атмосферного воздуха в составе смеси газов (в объемных процентах от общего объема смеси): 0,1; 1,0; 4,0; 4,09. Кроме того, проведены еще две реализации способа: при содержании атмосферного воздуха 0,1 об.% и скорости нагрева рабочего образца 50 град/с, а также при содержании атмосферного воздуха 4,0 об.% и скорости нагрева рабочего образца 200 град/с. При этих шести реализациях способа вышеуказанные результаты (максимальная температура рабочего образца при его насыщении дейтерием, мощности нейтронного и гамма-излучений) подтвердились с разбросом величин в пределах плюс-минус 20%.

Для сравнения в устройстве с рабочим образцом 3 гидрида титана проведена реализация способа-прототипа с напуском в реакторную камеру 1 чистого дейтерия. Максимальная температура разогрева рабочего образца 3 при его насыщении чистым дейтерием оказалась равной 1353 К. Зарегистрированы импульсные потоки нейтронного излучения, превышающие фон в 18 раз, и импульсные потоки гамма-излучения, превышающие фон в 2 раза. При повторях реализации способа-прототипа разброс полученных данных составляет до 50% в сторону снижения указанных значений.

Таким образом, в предложенном способе по сравнению с прототипом достигается повышение мощности нейтронного излучения не менее чем на 60%, повышение воспроизводимости реакций более чем в два раза и увеличение температуры разогрева рабочего образца не менее чем на 45

градусов.

### Формула изобретения:

1. Способ ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного кристаллической решеткой рабочего образца металла, поглощающего водород, включающий вакуумно-термическую дегазацию помещенного в реакторную камеру рабочего образца металла до достижения равновесного давления остаточного газа в реакторной камере не более 1 Па, последующее снижение температуры рабочего образца металла, затем насыщение рабочего образца металла газообразными дейтерием до достижения рабочим образцом металла состава, соответствующего гамма-фазе, путем подачи указанного дейтерия в реакторную камеру, и инициирование ядерного синтеза, отличающийся тем, что вакуумно-термическую дегазацию помещенного в реакторную камеру рабочего образца металла ведут при температуре, не превышающей 90% от температуры плавления металла, последующее снижение температуры рабочего образца металла ведут до значения, находящегося в диапазоне 42 - 45% от температуры плавления металла, перед насыщением рабочего образца металла газообразным дейтерием готовят смесь газообразного дейтерия с атмосферным воздухом, содержание которого в этой смеси газов составляет 0,1 - 4,09% от объема смеси газов, а насыщение рабочего образца металла газообразным дейтерием и инициирование ядерного синтеза осуществляют подачей газообразного дейтерия в реакторную камеру в составе указанной смеси газов, при этом указанная смесь газов подается в реакторную камеру со скоростью, обеспечивающей в процессе насыщения разогревание рабочего образца металла на 50 - 200 град./с.

2. Способ ядерного синтеза по п.1, отличающийся тем, что содержание атмосферного воздуха в смеси газообразного дейтерия с атмосферным воздухом устанавливают в пределах 1 - 4% от объема смеси газов, а подачу указанной смеси в реакторную камеру осуществляют со скоростью, которая обеспечивает разогревание рабочего образца металла на 90 - 180 град.

3. Устройство для осуществления ядерного синтеза с использованием газообразного дейтерия, абсорбированного

кристаллической решеткой металла, поглощающего водород, содержащее реакторную камеру с размещенным в ее полости рабочим образцом металла, средство для вакуумирования полости реакторной камеры, входной патрубков которого сообщается с полостью реакторной камеры по крайней мере через первый вентиль, средство для нагрева и охлаждения рабочего образца металла в реакторной камере, средство для измерения температуры рабочего образца металла, средство для измерения давления, источник рабочей среды, включающей газообразный дейтерий, выходной патрубков которого сообщается с полостью реакторной камеры через второй вентиль, и средство для подачи рабочей среды в реакторную камеру, отличающееся тем, что в состав рабочей среды введен атмосферный воздух в количестве 0,1 - 4,09% от объема рабочей среды.

4. Устройство для осуществления ядерного синтеза по п.3, отличающееся тем, что источник рабочей среды и средство для подачи рабочей среды в реакторную камеру выполнены в виде смесительного баллона, снабженного тремя патрубками, двумя дополнительными вентилями и датчиком давления в этом баллоне, первый патрубок смесительного баллона является выходным патрубком источника рабочей среды, второй патрубок указанного баллона с первым дополнительным вентилем является входным для подачи атмосферного воздуха, третий патрубок смесительного баллона с вторым дополнительным вентилем является входным для подачи газообразного дейтерия, а датчик давления в смесительном баллоне соединен со средством измерения давления.

5. Устройство для осуществления ядерного синтеза по п.4, отличающееся тем, что в смесительном баллоне выполнен четвертый патрубок, который соединен через первый вентиль с входным патрубком средства для вакуумирования полости реакторной камеры.

6. Устройство для осуществления ядерного синтеза по п.4 или 5, отличающееся тем, что в него введен дополнительный баллон с атмосферным воздухом стандартного состава, сообщающийся через второй дополнительный вентиль с вторым патрубком смесительного баллона.

7. Устройство для осуществления ядерного синтеза по п.3, отличающееся тем, что средство для измерения давления сообщено с реакторной камерой.