



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005102577/06, 03.02.2005

(24) Дата начала действия патента: 03.02.2005

(45) Опубликовано: 10.01.2006 Бюл. № 01

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2037737 C1, 19.06.1995.
SU 670774 A, 30.06.1979.
SU 1818503 A1, 30.05.1993.
GB 1581639 A, 17.12.1980.
GB 2015142 A, 05.09.1979.

Адрес для переписки:

123585, Москва, ул. Берзарина, 19, к.1,
кв.203, А.Ф. Чабаку

(72) Автор(ы):

Чабак Александр Федорович (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

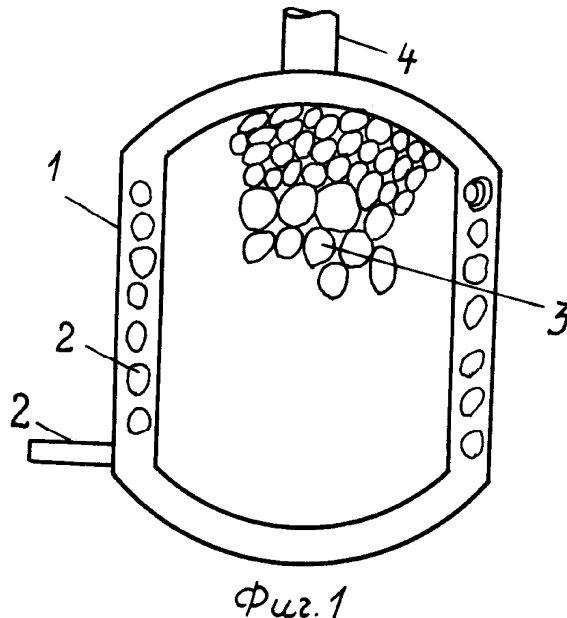
Чабак Александр Федорович (RU)

(54) ЕМКОСТЬ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области водородной энергетики - аккумулированию и хранению водорода. Емкость для хранения водорода, состоит из герметичного корпуса, технологических патрубков, нагревателя и наполнителя-аккумулятора водорода, размещенного в корпусе. Наполнитель-аккумулятор водорода представляет собой полые микросферы, скрепленные между собой в единую жесткую структуру, сформированную послойно из микросфер разного диаметра. Диаметр микросфер уменьшается от центрального слоя к периферийному. На внешней поверхности жесткой структуры может быть выполнено покрытие из металла, эффективно поглощающего водород, например, палладия, или никеля, или сплава лантана с никелем. В качестве материала микросферы используют сталь, или титан, или лантан, или никель, или цирконий, или сплавы на основе этих металлов или графит, или композиции на основе графита. Микросферы из металла могут быть закреплены между собой диффузионной сваркой. Изобретение направлено

на создание емкости для безопасного хранения водорода, обеспечивающей увеличение массового содержания водорода выше 6%. 4 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2005102577/06, 03.02.2005**

(24) Effective date for property rights: **03.02.2005**

(45) Date of publication: **10.01.2006 Bull. 01**

Mail address:

**123585, Moskva, ul. Berzarina, 19, k.1,
kv.203, A.F. Chabaku**

(72) Inventor(s):

Chabak Aleksandr Fedorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Chabak Aleksandr Fedorovich (RU)

(54) **CONTAINER FOR STORAGE OF HYDROGEN**

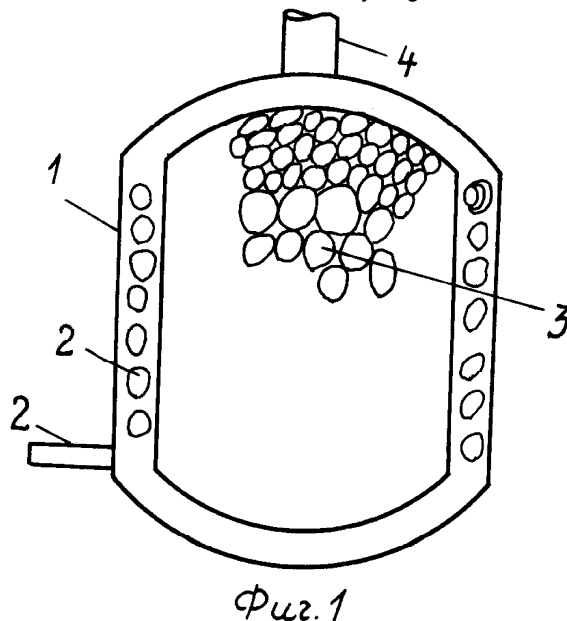
(57) Abstract:

FIELD: hydrogenous power engineering; containers for storage of hydrogen.

SUBSTANCE: the invention is pertaining to the field of hydrogenous power engineering, in particular, to containers for storage of hydrogen. The container for storage of hydrogen consists of a hermetic body, production process branch-pipes, a heater and a hydrogen filler-accumulator located in the body. The hydrogen filler-accumulator represents the hollow microspheres fixed to each other in a unified rigid structure formed layerwise out of microspheres of different diameter. Diameter of the microspheres is diminishing from the central layer to the peripheral one. On the outer surface of the rigid structure there may be a coating out of metal, which is effectively absorbing hydrogen, for example, palladium or nickel or an alloy of lanthanum with nickel. In the capacity of the material of the microsphere use steel or titanium, either lanthanum, or nickel, either zirconium or alloys on the basis of these metals or black lead, or compositions on the basis of black lead. The microspheres out of a metal may be fixed to each other by a diffusion welding. The invention is intended for creation of a

container for a safe storage of hydrogen ensuring an increase of the mass contents of hydrogen above 6 %.

EFFECT: the invention ensures creation of a container for a safe storage of hydrogen and an increase of the mass contents of hydrogen above 6 %.



Изобретение относится к области водородной энергетики - аккумулярованию и хранению водорода, который в настоящее время используется в химическом, транспортном машиностроении и других отраслях промышленности.

Известны устройства для аккумулярования водорода, основанные на связывании водорода в твердом материале (например, в гидридах металлов или сорбция на поверхности дисперсных наноматериалов), (патенты РФ №2037737, 2038525, МПК F 17 C 5/04), эти устройства для аккумулярования и хранения водорода являются наиболее взрывобезопасными из существующих, т.к. водород не имеет избыточного давления, но такие системы инерционны и требуют определенное время (порядка несколько минут) для начала работы, поглощение и выделение водорода происходит со значительными тепловыми эффектами, кроме того, массовое содержание водорода - отношение веса водорода, содержащегося в аккумуляторе к весу самого аккумулятора - 4,5% - является очень низким. Массовое содержание зависит как от количества водорода в аккумулярующем материале, так и от удельного веса аккумулярующего материала.

Известна емкость для хранения водорода (патент №2222749, МПК F 17 C 5/04), представляющая собой герметичный кожух с внутренним сосудом для хранения сжиженного водорода, при этом система газозаполнения выполнена так, что позволяет сократить потери водорода, снизить время заправки емкости. Эта емкость предназначена для водородного автомобиля (Шварц А. Автомобиль будущего. Ж. Вестник, №10 (347), стр.1-5, 12.05.2004 г.), она выполнена из прочных композитных относительно легких материалов. Последняя модификация имеет объем 90 литров, массу 40 кг, давление водорода 400 атм. Оценки показывают, что в этом случае в емкости может быть запасено 3,2 кг водорода, следовательно, массовое содержание водорода равно $3,2/40 \times 100\% = 8\%$. Недостатками емкости является взрывоопасность и низкое содержание водорода на единицу объема, до 400 л водорода на 1 литр, потери газа из емкости.

Известно, что можно хранить водород в полых микросферах, выполненных из стекла диаметром 5-200 мкм с толщиной стенки 0,5-5 мкм (Малышенко С.П., Назарова О.В. Аккумулярование водорода. В сборнике статей: "Атомно-водородная энергетика и технология", вып.8, стр.155-205. 1988 г.). При температуре 200-400°C под давлением водород, активно диффундируя через стенки, заполняет микросферы и после охлаждения остается в них под давлением. Так при давлении водорода в 500 атмосфер и нагреве микросфер до указанных температур было получено массовое содержание водорода в микросферах 5,5-6,0%. При более низком давлении массовое содержание водорода в микросферах будет снижаться. При нагревании до 200°C выделяется около 55% запасенного в микросферах водорода и около 75% при нагревании до 250°C. При хранении водорода в стеклянных микросферах потери диффузией через стенки составляют около 0,5% в сутки. В случае покрытия микросфер металлическими пленками диффузионные потери водорода при комнатной температуре снижаются в 10-100 раз. Существенным недостатком является то, что зарядка аккумулятора с микросферами осуществляется при относительно невысоких давлениях водорода, так как предел прочности стекла при растяжении имеет низкие значения и находится в пределах до 20 кг/мм². Это не позволяет обеспечить массовое содержание водорода в микросферах, существенно превышающее 6 вес. %.

Известна емкость для хранения водорода, состоящая из герметичного корпуса, технологических патрубков, внутренней теплообменной поверхности и наполнителя-аккумулятора водорода, представляющего собой порошок интерметаллида (патент РФ №2037737, МПК F 17 C 5/04 - прототип). Недостатками изобретения является то, что поглощение и выделение водорода происходит со значительными тепловыми эффектами, кроме того, массовое содержание водорода - отношение веса водорода, содержащегося в емкости, к весу самой емкости - 4,5% - является очень низким.

Техническим результатом, на которое направлено изобретение, является создание емкости для безопасного хранения водорода, обеспечивающей увеличение массового содержания водорода выше 6%.

Для этого предложена емкость для хранения водорода, состоящая из герметичного корпуса, технологических патрубков, нагревателя и наполнителя-аккумулятора водорода, размещенного в корпусе, при этом наполнитель-аккумулятор водорода представляет собой полые микросферы, скрепленные между собой в единую, жесткую структуру, сформированную послойно из микросфер разного диаметра, причем диаметр микросфер уменьшается от центрального слоя к периферийному.

Кроме того, на внешней поверхности жесткой структуры может быть выполнено покрытие.

При этом покрытие выполнено из металла, эффективно поглощающего водород, например палладия, или никеля, или сплава лантана с никелем.

В качестве материала микросферы используют сталь, или титан, или лантан, или никель, или цирконий, или сплавы на основе этих металлов, или графит, или композиции на основе графита.

Микросферы из металла могут быть закреплены между собой диффузионной сваркой.

В такой емкости водородом будет заполнено пространство как внутри микросфер, так и все пространство между ними. Кроме того, изменение диаметра микросфер от центра корпуса к периферии позволит создать плотно упакованную структуру, что еще эффективнее позволит использовать пространство, заключенное внутри корпуса емкости.

При насыщении всей структуры водородом его давление может быть повышено до нескольких тысяч атмосфер, т.к. это позволяет сделать как выполнение микросфер из высокопрочного материала, так и то, что стенки микросфер в такой жестко скрепленной структуре будут разгружены, т.к. давление водорода в соседних микросферах будет практически одинаковым, а микросферы с малым диаметром на периферии могут выдерживать большие избыточные давления водорода. В качестве материала микросфер должны использоваться высокопрочные материалы с низкими коэффициентами диффузии водорода при температурах до 100-150°C, чтобы утечки водорода при хранении были минимальны. К таким материалам относятся прежде всего сталь, или титан, или цирконий, или сплавы на основе этих металлов, или графит, или композиционные материалы. Для увеличения гарантии удержания водорода в полостях между сферами на внешнюю поверхность жесткой структуры, состоящей из микросфер, наносится покрытие.

На фиг.1 дан общий вид емкости для хранения водорода, где 1 - корпус, 2 - нагреватель, 3 - микросферы, 4 - технологический патрубок.

На фиг.2 показан поперечный разрез емкости для хранения водорода, вариант с нанесенным покрытием на внешнюю поверхность жесткой структуры из микросфер, где 5 - жесткая структура микросфер, состоящая из трех зон 6, 7, 8 с микросферами разного диаметра, 9 - герметизирующее покрытие.

В таблицы 1-4 сведены расчетные данные по прочностным параметрам и массовому содержанию водорода для накопителей-аккумуляторов водорода, выполненных из микросфер разного размера. В таблицах - σ_{θ} - тангенциальное напряжение на оболочке микросферы, кг/мм², σ_R - радиальное напряжение на оболочке микросферы, кг/мм².

Микросферы с диаметром 200 мкм, толщиной оболочки 1 мкм.

Вес оболочки на литр объема аккумулятора - 124,3 г/л, объем оболочки в литре аккумулятора - 0,0155375 л/л, объем водорода в микросхемах - 0,5077875 л/л, объем водорода в микросхемах и между микросфер - 0,9844625 л/л. Микросферы выполнены из стали и титана. Удельный вес стали - 8 кг/л. Удельный вес титана - 4,5 кг/л.

Таблица 1					
Давление, ати	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, вес.% сталь/титан (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, вес.% сталь/титан (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, л/л	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, л/л	σ_{θ} - σ_R , кг/мм. (для варианта заполнения водородом только микросфер)
1	2	3	4	5	
100	3,5/6,1(4,54)	6,6/11,2 (8,79)	50,8	98,4	50,25
150	5,2/ 8,9 (6,8)	9,6/15,1 (13,2)	76,2	147,7	75,375

200	6,8/11,5 (9,1)	12,4/20,1 (17,6)	101,6	196,8	100,5
300	9,8/16,3(13,6)	17,5/27,4 (26,4)	152,3	295,3	150,75
400	12,7/20,5 (18,1)	22,1/33,5 (35,2)	203,1	393,8	201,0
500	15,3/24,2 (22,4)	26,1/8,5 (43,9)	251,2	492,2	251,25
600	17,7/27,7 (26,8)	29,8/43,0 (52,7)	300,5	590,6	301,5
700	20,3/31,2 (31,7)	33,1/46,8 (61,5)	355,5	689,1	351,75
800	22,6/34,1 (36,3)	36,1/50,1 (70,3)	406,2	787,5	402,0
900	24,7/36,8 (40,8)	38,9/53,1 (79,1)	457,0	886,0	452,25
1000	26,7/39,3 (45,3)	41,4/55,7 (87,9)	507,8	984,4	502,5
2000	42,2/56,4 (90,6)	58,6/71,5 (175,8)	1015,6	1968,8	1005,0
10000	78,5/86,6 (453,4)	87,6/92,6 (878,9)	5077,9	9844,0	5025,0
20000	87,9/92,8 (906,8)	93,4/96,2 (1757,9)	10155,8	19688,0	10050,0

Микросферы с диаметром 100 мкм, толщиной оболочки 1 мкм.

Вес оболочки на литр объема аккумулятора - 0,246208 г/л, объем оболочки в литре аккумулятора - 0,030776 л/л, объем водорода в микросферах - 0,492557 л/л, объем водорода в микросферах и между микросфер - 0,969232 л/л. Микросферы выполнены из стали. Удельный вес стали - 8 кг/л.

Давление, ати	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, вес.% (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, вес.% (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, л/л	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, л/л	σφ-σ _R , кг/мм ² , (для варианта заполнения водородом только микросфер)
1	2	3	4	5	
100	1,76 (4,4)	3,4 (8,65)	49,3	96,9	29,75
150	2,6 (6,6)	5,0 (13,0)	73,9	145,4	37,875
200	3,5 (8,8)	6,6 (17,3)	98,5	193,8	50,5
300	5,1 (13,2)	9,6 (26,0)	147,8	290,8	76,40
400	6,7 (17,6)	12,3 (34,6)	197,0	387,7	101,0
500	8,2 (22,0)	15,0 (43,3)	246,3	484,6	126,25
600	9,7 (26,4)	17,4 (51,9)	295,5	581,5	151,5
700	11,1 (30,8)	19,3 (58,7)	345,5	657,6	176,75
800	12,5 (35,2)	21,9 (69,2)	394,0	775,4	202,0
900	13,9 (39,6)	24,0 (77,9)	443,30	872,3	227,25
1000	15,2 (44,0)	26,0 (86,5)	492,6	969,2	252,5
2000	26,3 (88,0)	58,6 (173,1)	985,1	1938,5	505,0
10000	64,1 (453,4)	77,9 (865,4)	4925,6	9692,3	2525,0
20000	78,1 (879,6)	87,5 (1730,8)	9851,1	19384,6	5050,0

Микросферы с диаметром 10 мкм, толщиной оболочки 1 мкм.

Вес оболочки на литр объема аккумулятора - 1,13488 г/л, объем оболочки в литре аккумулятора - 0,14186 л/л, объем водорода в микросферах - 0,38151 л/л, объем водорода в микросферах и между микросфер - 0,858135 л/л. Микросферы выполнены из стали и титана. Удельный вес стали - 8 кг/л. Удельный вес титана - 4,5 кг/л.

Давление, ати	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, вес.%, сталь/титан (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, вес.%, сталь/титан (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, л/л	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, л/л	σφ-σ _R , кг/мм ² , (для варианта заполнения водородом только микросфер)
1	2	3	4	5	
100	0,3/0,53 (3,4)	0,67/1,2 (7,66)	38,15	85,8	2,5
150	0,45/0,79 (5,1)	1,0/1,8 (11,5)	57,2	128,7	4,125
200	0,6/1,0 (6,8)	1,3/2,3 (15,3)	76,3	171,6	5,5
300	0,9/1,6 (10,2)	2,0/3,5 (23,0)	114,5	257,4	8,25
400	1,2/2,1 (13,6)	2,6/4,6 (30,6)	152,6	343,2	11,0
500	1,5/2,6 (17,0)	3,3/5,7 (38,3)	190,8	429,1	13,75
600	1,8/3,1 (20,4)	3,9/6,7 (46,0)	228,9	514,9	16,5
700	4,5/3,6 (23,8)	4,5/7,7 (53,6)	267,0	600,7	19,25

800	2,3/4,1 (27,2)	5,1/8,8 (61,3)	305,2	686,5	22,0
900	2,6 /4,6 (30,6)	5,7/9,8 (69,0)	343,4	772,3	27,0
1000	2,9/5,1 (34,0)	6,3/10,7 (76,6)	381,5	858,1	27,5
2000	5,7/9,6 (68,1)	11,9/19,4 (153,2)	763,0	1716,3	55,0
10000	23,1/34,8 (340)	40,3/54,5 (766,2)	3815,1	8581,35	275,0
20000	37,1/55,6 (681)	57,5/70,6 (1532,4)	7630,2	17162,7	550,0

Микросферы с диаметром 3 мкм, толщиной оболочки 1 мкм.

Вес оболочки на литр объема аккумулятора - 3992 г/л, объем оболочки в литре аккумулятора - 0,499 л/л, объем водорода в микросферах - 0,019 л/л, объем водорода в микросферах и между микросфер - 0,501 л/л. Микросферы выполнены из стали. Удельный вес стали - 8 кг/л.

Таблица 4					
Давление, ати	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, вес.%, сталь/титан (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, вес.%, сталь/титан (вес гН ₂ /л аккумулятора)	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер, л/л.	Содержание водорода в аккумуляторе при заполнении микросфер и пространства между ними, л/л	σ _Ф -σ _Р , кг/мм ² , (для варианта заполнения водородом только микросфер)
1	2	3	4	5	
10000	0,4/0,75 (17,0)	10,0/16,6 (447,0)	190,0	5010,0	100,0

Как видно из табл.1, например, проводя насыщение водородом при давлении в 1000 ати жесткой структуры, созданной из микросфер с диаметром 200 мкм, получаем весовое содержание водорода 41,4 вес.%. Оболочки микросфер внутри жесткой структуры разгружены, так как с обеих сторон на оболочки воздействует одинаковое давление в 1000 ати. Но оболочки микросфер на поверхности жесткой структуры испытывают огромное давление - 502,5 кг/мм² (см. табл.1).

Такое давление оболочка не выдержит и разорвется. Для обеспечения необходимых прочностных характеристик поверхности жесткой структуры периферия этой структуры выполняется из микросфер с диаметром 10 мкм, весовое содержание водорода 6,3 вес.% (табл.3). Напряжения на оболочке этих микросфер при давлении 1000 ати составляет 27,5 кг/мм², такое давление выдерживает широкий класс сталей и других материалов (табл.3). Таким образом, создана жесткая структура из микросфер с разгруженными оболочками в объеме структуры, так как во всех оболочках и с диаметром 200 мкм и с диаметром 10 мкм давление одинаковое 1000 ати, а микросферы на поверхности с диаметром 10 мкм испытывают давление на оболочку 27,5 кг/мм². Присутствие в жесткой структуре мелких микросфер снижает массовое содержание водорода в ней (200 мкм - 41,4 вес.%, 10 мкм - 6,3 вес.%). Так для жесткой структуры состоящей на 80% из микросфер с диаметром 200 мкм и на 20% из микросфер с диаметром 10 мкм, насыщенные водородом при 1000 ати, весовое содержание водорода равно 34,38 вес.%.

При насыщении микросфер с диаметром 200 мкм при давлении 10000 ати (весовое содержание в жесткой структуре 87,6 вес.%) периферию необходимо делать из мелких сфер, например с диаметром 3 мкм. В этом случае давление на оболочки в поверхностном слое будет 100 кг/мм, (табл.4), что позволит изготовить такие жесткие структуры из высокопрочных материалов.

Для жесткой структуры, состоящей на 80% из микросфер с диаметром 200 мкм и на 20% из микросфер с диаметром 3 мкм, насыщенные водородом при 10000 ати, весовое содержание водорода равно 72,08 вес.%.

Создавая жесткую структуру из микросфер, содержащую слои микросфер, внутри жесткой структуры расположены микросферы с большим диаметром, а при движении к периферии с уменьшающимся диаметром, можно создать аккумулятор с высоким весовым содержанием водорода и высокими прочностными характеристиками.

При исполнении микросфер из титана весовое содержание водорода существенно возрастает в сравнении с его весовым содержанием в стали так как удельный вес титана меньше в 1,8 раза, (табл.1, 2-4). Так для жесткой структуры, созданной из микросфер с

диаметром 200 мкм, насыщенной при 300 ати водорода, весовое содержание водорода в случае стали составляет 17,5 вес.%, а в случае титана 27,4 вес.% (табл.1).

Такое решение проблемы позволяет создавать аккумуляторы с массовым содержанием водорода, значительно превышающим 6 вес.%.

5 Покажем возможность реализации изобретения.

Из полых микросфер 3 разного диаметра, например D_1 , D_2 , D_3 , формируют три слоя 6, 7, 8 наполнителя-аккумулятора водорода, после чего микросферы жестко скрепляют между собой. Микросферы из металла можно скреплять, например, диффузионной сваркой.

10 Микросферы из композитов, керамики и других материалов могут быть закреплены между собой, например спеканием.

При этом получается единая жесткая структура 5 с уменьшающимся диаметром микросфер от центра к периферии. Для улучшения удержания водорода можно герметизировать внешнюю поверхность этой структуры, например, наносить покрытие 9 из

15 металла, эффективно поглощающего водород, например палладия, или никеля, или сплава лантана с никелем толщиной 5-8 мкм. Затем наполнитель-аккумулятор водорода насыщают водородом. Для этого жесткую структуру из микросфер помещают в автоклав, который выдерживает высокие давления и имеет систему нагрева. Автоклав вакуумируют

20 форвакуумным насосом для удаления воздуха, после чего в него подают водород до небольшого избыточного давления порядка 1-10 ати. Далее автоклав нагревают до 300-500°C (в зависимости от материала микросфер), затем, в зависимости от того, какое

весовое содержание водорода в жесткой структуре мы хотим получить в соответствии с таблицами 1-4 (или, в общем случае, для различных материалов создают аналогичные

25 таблицы), медленно создают соответствующее избыточное давление водорода в автоклаве. Жесткую структуру выдерживают при этих параметрах до выравнивания

давления водорода в автоклаве и в полостях жесткой структуры за счет диффузии

30 водорода. После этого при этом же избыточном давлении система охлаждается до комнатной температуры. Водород при комнатной температуре из жесткой структуры не диффундирует. Сбрасывается давление водорода в автоклаве и вынимается жесткая структура. После этого заполненный водородом аккумулятор водорода загружают в корпус

1. При включении нагревателя 2 водород, запасенный в аккумуляторе, начнет выделяться

и подаваться к потребителю через технологический патрубок 4. Насыщение водородом может производиться как самой жесткой структуры, так и всей емкости с установленной в

35 ней жесткой структурой.

Пример 1. Микросферы из стали диаметром 200 микрон засыпались в цилиндр из кварца

35 диаметром 11 мм и высотой 8,0 см, микросферы сваривались диффузионной сваркой. Затем цилиндр, сваренный из микросфер, помещался в цилиндр из кварца с диаметром 13 мм, на дно которого предварительно засыпались микросферы диаметром 100 мкм, высота

40 слоя 1 мм. Микросферы диаметром 100 мкм засыпались между стенкой кварцевого цилиндра и цилиндра из микросфер с диаметром 200 мкм. Такой же слой микросфер с диаметром 100 мкм засыпался на верхнюю поверхность цилиндра из микросфер с

45 диаметром 200 мкм. Проводили диффузионную сварку. Получили жесткую микроструктуру из микросфер. Вес цилиндра из жесткой микроструктуры равен 1,541 г. Расчетный вес 1,48 г (табл.1, 2). Насыщение водородом этой структуры проводили в автоклаве по технологии описанной выше. Процесс проводили при давлении водорода 150 ати,

температура процесса 450°C. Для гарантированного насыщения жесткой структуры водородом процесс длился 2 часа. Вес жесткой структуры после насыщения водородом равен 1,677 г, т.е. содержание водорода в ней 0,136 г, что составляет 8,1 вес.%. Расчетная величина - 8,68 вес.%

50 Пример 2. Создана жесткая структура из микросфер диаметром 100 мкм с толщиной оболочки 1 мкм. Структура создана путем диффузионной сварки микросфер друг с другом. Внешний слой структуры состоял из микросфер с диаметром 5 мкм. В ампуле при

температуре 300°C и давлении водорода 1000 ати в течение 2,5 часов происходило ее насыщение. После этого температура снижалась до 20°C при том же избыточном давлении

водорода. Вес структуры до насыщения водородом был равен 1,24 г, после насыщения 1,42 г, т.е. массовое содержание водорода составило 12,7 вес. %.

5 Пример 3. На поверхность аналогичной жесткой структуры по примеру 2 наносилось никелевое покрытие, герметизирующее всю структуру. Толщина покрытия 5-8 мкм. Затем проводилось насыщение структуры водородом как и в примере 1. Массовое содержание водорода составило 18,6%.

10 Таким образом, предложенная емкость для хранения водорода позволит с высокой степенью безопасности хранить водород, при этом его содержание в емкости позволит использовать эту емкость для транспортных средств, а также в других отраслях промышленности.

Формула изобретения

1. Емкость для хранения водорода, состоящая из герметичного корпуса, технологических патрубков, нагревателя и наполнителя-аккумулятора водорода, размещенного в корпусе, отличающаяся тем, что наполнитель-аккумулятор водорода представляет собой полые микросферы, скрепленные между собой в единую жесткую структуру, сформированную послойно из микросфер разного диаметра, причем диаметр микросфер уменьшается от центрального слоя к периферийному.

20 2. Емкость по п.1, отличающаяся тем, что на внешней поверхности жесткой структуры выполнено покрытие.

3. Емкость по п.2, отличающаяся тем, что покрытие выполнено из металла, эффективно поглощающего водород, например палладия, или никеля, или сплава лантана с никелем.

25 4. Емкость по п.1, отличающаяся тем, что в качестве материала микросферы используют сталь, или титан, или лантан, или никель, или цирконий, или сплавы на основе этих металлов, или графит, или композиции на основе графита.

50 5. Емкость по п.1, отличающаяся тем, что микросферы из металла закреплены между собой диффузионной сваркой.

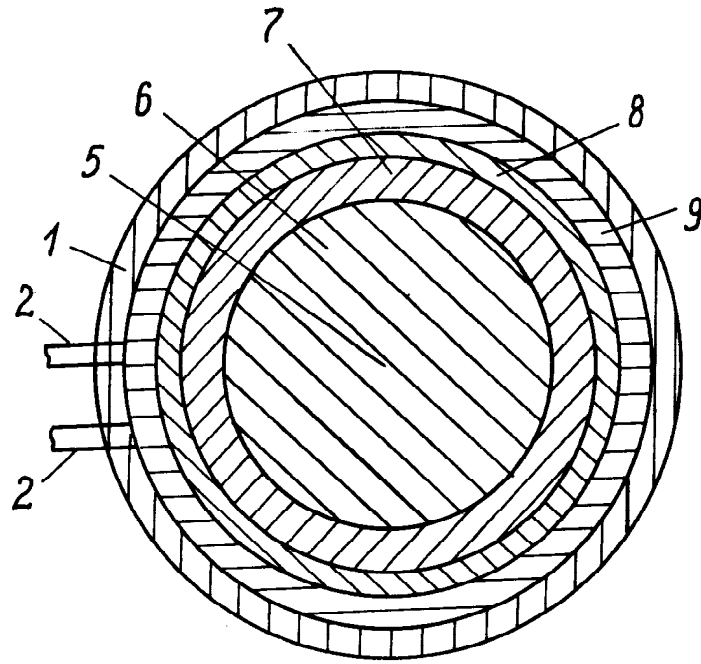
30

35

40

45

50



Фиг. 2