

## РАЗЛИЧНЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВОДОРОДА

*Шаяхметов А.Б. – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры машиностроения, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова, г.Костанай .*

*В статье рассмотрены различные изобретения для хранения и транспортировки водорода: металлгидридный аккумулятор, устройство для хранения сжатого газообразного водорода, устройство для хранения и транспортировки водорода. Все эти устройства имеют свои преимущества и недостатки. В металлгидридном аккумуляторе имеются две катушки, которые перематываются так, чтобы после зарядки в гальванической ванне вся лента расположилась на катушке. Специальный привод обеспечивает перематку ленты на вторую катушку. Лента проходит мимо термовыделяющих элементов, и под воздействием высокой температуры выделяется водород. Устройство для хранения сжатого газообразного водорода дает возможность регулируемого выделения газообразного водорода; регулирование работы данного устройства; включает два различных типа микроконтейнеров, выполненных с возможностью накопления и хранения сжатого газообразного водорода. В устройстве для хранения и транспортировки водорода по коллекторам запускаются выхлопные газы, включаются электронагреватели в сорбционных интерметаллических системах, которые расположенные вдоль коллекторов, и включаются ИК-излучатели. Одновременно разогреваться будут не более 2-3 капсул, что при температуре газового потока через коллектор ~450°C температура внешней стенки бака не будет превышать 60°C. Температура газового потока регулируется электронагревателями и ИК-излучателями. При нагреве капсул из микросфер выделяется газ, который через пористую стенку капсулы поступает во внутреннюю полость бака (и отводится потребителю).*

*Ключевые слова: водород, хранение, транспортировка, устройство, аккумулятор, металлгидрид, катушка, микроконтейнер.*

## СУТЕГІНІ САҚТАУДЫҢ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУДЫҢ ӨРТҮРЛІ ҚҰРАЛДАРЫ

*Шаяхметов А.Б. – техника ғылымдарының кандидаты, машина жасау кафедрасының доцент м.а., А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай қ.*

*Мақалада сутегіні сақтаудың және тасымалдаудың әртүрлі құралдары қарастырылған: металл гидридты аккумулятор, сығылған газды сутегіні сақтау құралы, сутегіні сақтау және тасымалдау құралы. Бұл құралдардың өз артықшылықтары мен кемшіліктерін бар. Металл гидридты аккумуляторында екі катушка бар, гальваникалық ваннасында зарядталған сон таспа катушкаға жатып ораланады. Арнайы жетек тараптын екі катушкасына қайта ораулына себеп болады. Тарап қыздыру элементтерден өтіп жоғары температурасының әсерімен сутегіні бөледі. Сығылған газды сутегіні сақтау құралы газды сутегіні бақыланатып босатуды тугызарды; осы құралдың жұмысын реттейді; сығылған газды сутегіні жинақтау және сақтау мүмкіндікті тугызатын екі шақ контейнер бар. Сутегіні сақтау және тасымалдау құралында коллектор бойымен шыққан газдар өтпеді, сорбциялық интерметалдық жүйелерінде коллектор бойымен орнатылған электр қыздырғыштар қосылады, ИК сәуле шығарғыштар бар. Сол уақытта 2-3 капсуланы қыздырады, коллектор ішіндегі газ ағынның ~450°C температурасына қарамасыздан бактын сыртқы қабырғасының температурасы 60°C аспайды. Газ ағының температурасы электр қыздырғыштармен және ИК сәуле шығарғыштармен реттеледі. Капсула қызған кезде микросферадан газ шығадыда, кеуекті қабырға арқылы бактын ішкі қуысына ағады (және тұтынушыға берілген)*

*Кілтті сөздер: сутегі, сақтау, тасымалдау, құрал, аккумулятор, металл гидридт, катушка, шағын контейнер.*

## VARIOUS INVENTIONS FOR STORAGE AND TRANSPORTATION OF HYDROGEN

*Shayakhmetov A.B. - Ph.D., acting associate professor of mechanical engineering, Kostanai State University by A.Baitursynov, Kostanai.*

*The article discusses various inventions for storing and transporting hydrogen: MH battery, a device for storage of compressed hydrogen gas, a device for storing and transporting hydrogen. All of these devices*

have their advantages and disadvantages. The metal hydride batteries have two coils that are rewound so that after charging in the plating bath is located on the entire tape reel. Special drive provides rewind the tape to the second coil. The tape passes thermo selected items, and hydrogen is released under the influence of heat. An apparatus for storage of compressed hydrogen gas enables controlled release of hydrogen gas; regulation of the device; It includes two different types of microcontainers adapted to accumulation and storage of compressed hydrogen gas. The exhaust device run for the storage and transport of hydrogen for collectors, heaters included in the sorption of intermetallic systems, which are located along the collector, and includes IR emitters. At the same time will not be heated more than 2-3 capsules at that gas flow through the manifold ~ 450 ° C temperature of the outer wall of the tank will not exceed 60 ° C. Gas flow temperature is controlled by electric heaters and infrared emitters. Upon heating gas capsules released from the microspheres that the porous wall capsule enters the inner cavity of the tank (and given to the consumer).

*Key words: hydrogen, storage, transportation, device, battery, metal hydride, coil, micro-containers.*

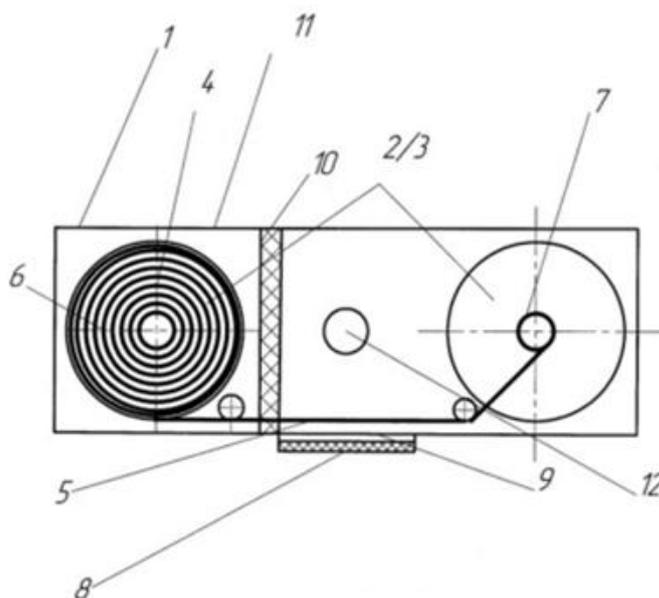
Топливо будущего для транспортных средств - водород. Он обладает чрезвычайно высокой энергоёмкостью (почти в три раза больше, чем у традиционных нефтяных топлив), уникальными кинетическими характеристиками. Кроме этого, продукты сгорания водорода практически не содержат вредных компонентов на основе углерода (оксида и диоксида углерода, углеводородов и альдегидов).

Одной из проблем, с которыми сталкивается водородная энергетика, является безопасное хранение и подача водородного топлива в топливный элемент. В целом существуют три основных способа хранения водорода. Водород может храниться в виде криогенной жидкости, в виде сжатого газа в больших емкостях или химически связанным в виде соединения, такого как гидрид металла.

В данной статье мы рассмотрим различные изобретения предназначенные для хранения водорода.

Рассмотрим металлгидридный аккумулятор для хранения водорода (см. рисунок 1), авторы: Доброквашин Евгений Александрович, Шалимов Юрий Николаевич, Голодяев Александр Иванович, Сукочев Андрей Иванович [1]. Цель изобретения - создание устройства с быстрой отдачей необходимой порции водорода за короткое время.

Металлогидридный аккумулятор для хранения водорода, имеет корпус (1), батарею топливных элементов (2).



**Рисунок 1. Металлогидридный аккумулятор для хранения водорода**

Батарея (2) выполнена в виде двух катушек (3), выполненных с возможностью наматывания на них широкой ленты (5) из сплава металла (6) и перематывания ее с одной катушки (4) на другую (7), при этом на одной из катушек (4) сплав металла (6) соединен с водородом с образованием металлгидрида  $Al(BH_4)_3$  или  $Vi(BH_4)_2$  с высоким содержанием водорода, причем лента (5) проходит между катушками (4, 7) около термовыделяющего электрического элемента (8), расположенного вне корпуса (1), с обеспечением выделения из нее водорода, корпус имеет застекленное окно (9), а катушки (3) разделены термоизолирующей перегородкой (10). Рабочий процесс протекает следующим образом, катушки (3) перематываются так, чтобы после зарядки в гальванической ванне вся лента (5) расположилась на катушке (4). Специальный привод (на рисунке 1 не показан)

обеспечивает перемотку ленты на вторую катушку (7). Лента (5) проходит мимо термовыделяющих элементов (8), и под воздействием высокой температуры выделяется водород. Его объем и скорость выделения определяются температурой термовыделяющего элемента (8) и скоростью вращения катушек (3). Расположение термовыделяющего элемента (8) вне корпуса (1) исключает возгорание водорода. Термоизолирующая перегородка (10) исключает нагрев катушки (4) избыточным теплом от катушки (7). Корпус (1) аккумулятора выполнен в форме кассеты (11). Через отверстие (12) в корпусе (1) водород выходит из корпуса (1).

Преимуществами данного изобретения являются простота конструкции, возможность безопасного хранения водорода. При хранении газообразного водорода в виде гидридов металлов применяют введение водорода в сплавы металлов. Такие способы накопления и хранения водорода являются относительно взрывобезопасными, поскольку требуется избыточного давления водорода.

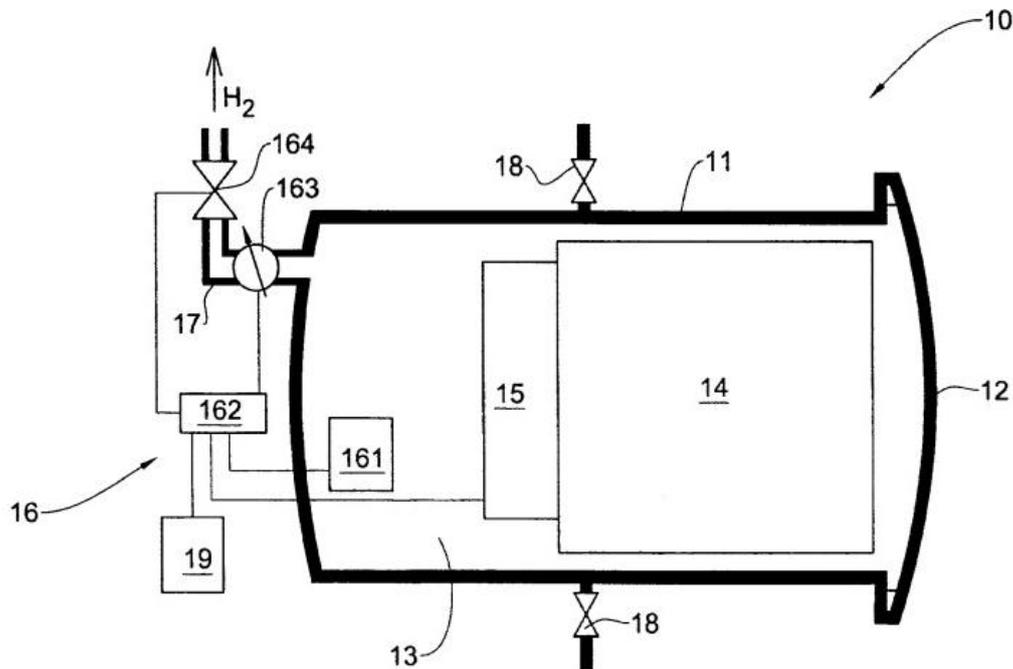
Недостатком данного изобретения является то, что в зависимости от типа металлического сплава для высвобождения водорода требуется нагрев высокой температурой, при котором может произойти воспламенение водорода.

Рассмотрим устройство и картридж для хранения сжатого газообразного водорода. Автор - Чабак Александр [2]. Изобретение относится к устройству и картриджу для хранения сжатого газообразного водорода.

На рисунке 2 изображено схематическое поперечное сечение устройства 10 для хранения водорода. Устройство 10 для хранения водорода включает корпус 11, имеющий съемную крышку 12, приспособленную для открывания и закрывания корпуса 11. Закрытый корпус 11 ограничивает камеру 13, содержащую картридж (модуль) 14, установленный в камере 13 при помощи крепежных элементов (не показаны). Картридж 14 включает в себя узел из по меньшей мере двух различных типов микроконтейнеров (не показаны на рисунке 2), предназначенных для накопления и хранения сжатого газообразного водорода.

Согласно настоящему изобретению, микроконтейнеры одного типа отличаются от микроконтейнеров другого типа по скорости высвобождения водорода из микроконтейнеров. Различные скорости выделения водорода могут достигаться путем изменения по меньшей мере одного из следующих признаков: конструкции картриджа 14, конфигурации микроконтейнеров в картридже 14, формы микроконтейнеров и материала, из которого эти микроконтейнеры изготовлены.

Картридж 14 может быть вставлен в камеру 13 и извлечен из нее через отверстие (не показано), закрываемое при помощи съемной крышки 12.



**Рисунок 2. Схема поперечного сечения устройства**

Устройство 10 также включает в себя по меньшей мере одно устройство для выделения водорода, связанное с картриджем 14 и схематически изображенное на рисунке 2 прямоугольником 15. Устройство 10 также включает в себя систему управления 16, функционально соединенную с устройством 15 для выделения газа и предназначенную, в числе прочего, для управления работой устройства 15 для выделения водорода. Система управления 16 и устройство 15 для выделения водорода обеспечиваются энергией при помощи регулируемого источника 19 электрической энергии,

размещенного за пределами корпуса 11 и соединенного с системой управления 16 и устройством 15 для выделения водорода.

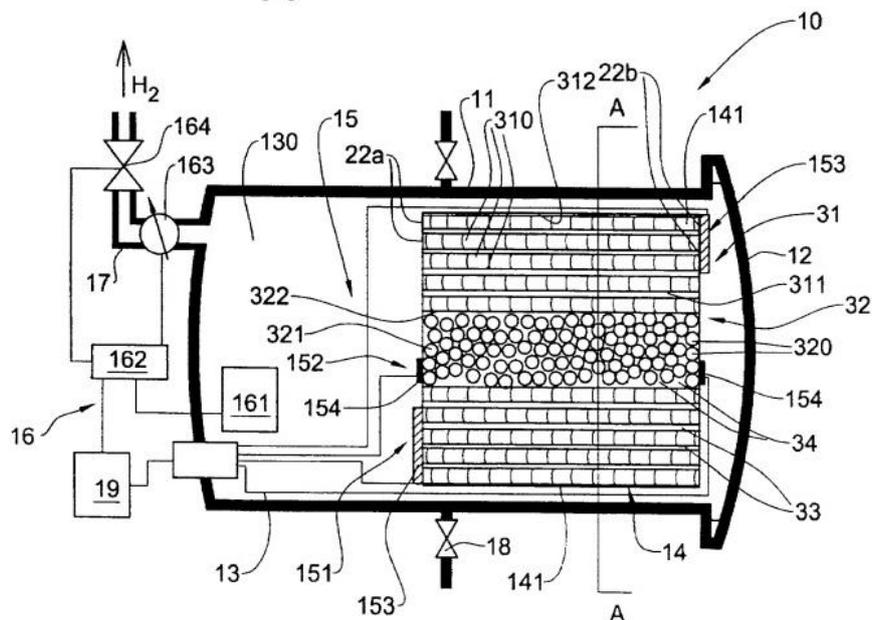
Устройство 15 для выделения водорода предназначено для управляемого выделения (высвобождения) газообразного водорода из картриджа 14, в котором водород хранится под очень высоким давлением, в объеме камеры 13, не занятый картриджем 14, где водород хранится при умеренном давлении. К примеру, давление водорода, хранящегося внутри микроцилиндров картриджа 14, может превышать 1000 атм. (например, быть в пределах 1000 атм. - 3000 атм.), тогда как давление водорода внутри незанятого объема камеры 13 может быть выше 1 атм. (например, лежать в пределах 1 атм. - 15 атм.).

Для измерения давления водорода внутри незанятого объема камеры 13 система управления 16 включает датчик давления, схематически представленный на рисунке 2 квадратом 161, который может использоваться для продуцирования сигнала датчика давления газа. Датчик 161 давления соединен с регулятором 162 системы управления 16, который, наряду с прочим, реагирует на сигнал датчика давления газа и может генерировать управляющий сигнал устройству 15 для выделения водорода для регулируемого выделения сжатого газообразного водорода из картриджа 14.

Форма корпуса 11 может быть, например, цилиндрической. Однако следует понимать, что может использоваться по существу любая требуемая форма корпуса 11. Корпус 11 может быть изготовлен из подходящего металла, пластмассы или композиционного материала с толщиной стенок, способной выдерживать напряжения в стенках, вызванные давлением газа внутри корпуса 11.

Устройство 10 также включает в себя выпускную трубу 17, соединенную с корпусом 11. Система управления 16, кроме того, содержит расходомер 163 и выпускной клапан 164, расположенные в выпускной трубе 17 и соединенные с регулятором 162 для регулируемого выпуска газообразного водорода из камеры 13. В процессе работы расход газа внутри выпускной трубы 17 измеряют при помощи расходомера 163, который может использоваться для продуцирования сигнала датчика газового потока. Расходомер 163 соединен с регулятором 162, наряду с прочим, реагирующим на сигнал датчика расхода газа и способным генерировать сигнал управления клапаном для регулирования работы выпускного клапана 164. Выпускаемый при этом водород может использоваться в качестве топлива или в качестве сырьевого материала для реакций по желанию пользователя. Устройство 10, кроме того, может включать в себя один или несколько предохранительных клапанов 18, способных открываться автоматически, если давление газа в камере 13 достигнет опасного уровня.

Согласно изобретению, такие признаки как конструкция картриджа 14, конфигурация микроконтейнеров в картридже 14, форма микроконтейнеров и материал, из которого эти микроконтейнеры изготовлены, могут быть различными.



**Рисунок 3. Продольный разрез устройства с рисунка 2, включающего картридж для хранения водорода и устройство для выделения водорода**

На рисунке 2 представлена сборная конструкция микроконтейнера, которая включает в себя первую часть 31, имеющую трубчатую форму, и вторую часть 32, имеющую цилиндрическую форму и размещенную внутри полости первой части 31.

Первая часть 31 включает в себя множество плотно упакованных полых микроцилиндров (микротрубок) 310, расположенных аксиально внутри первой части 31. Концы 22a и 22b микроцилиндров 310 закупорены, например закрыты на концах полусферами, имеющими соизмеримую толщину стенок. Полые микроцилиндры 310 сами по себе или по меньшей мере один из закупоренных концов 22a и 22b изготовлены из материала, по меньшей мере частично проницаемого для водорода, что позволяет молекулам водорода диффундировать через него. В свою очередь, вторая часть 32 включает в себя множество плотно упакованных частично проницаемых для водорода полых микросфер 320, заполняющих цилиндрический объем второй части 32.

Вообще говоря, микроцилиндры 310 могут иметь любую требуемую длину. В свою очередь, наружный диаметр  $d$  микроконтейнеров (микроцилиндров 310 и микросфер 320) может быть в пределах приблизительно от 50 микрометров до 5 миллиметров. Величину толщины стенок  $h$  микроцилиндров 310 и микросфер 320 определяют при помощи отношения  $h/d$ , которое может быть получено из уравнения  $h/d = p/(2\sigma)$ , где  $p$  означает давление водорода, хранящегося в микроцилиндрах 310 и микросферах 320, а  $\sigma$  - прочность на растяжение материала микроконтейнеров. Предпочтительно, чтобы отношение толщины стенки к наружному диаметру было в пределах от 0,01 до 0,2, в зависимости от  $p$  и  $\sigma$ .

Следует отметить, что наружный диаметр  $d$  и толщина стенки  $h$  микроцилиндров, находящихся во внутренних слоях (то есть, в массе) первой части, и периферических микроцилиндров могут быть одинаковыми или разными. Аналогичным образом, все микросферы могут иметь приблизительно одинаковые либо разные размеры.

Картридж включает в себя множество сопряженных газовых коллекторов, при этом каждый коллектор связан с частью общего количества микроконтейнеров. Полые микроцилиндры могут быть изготовлены из материала, обладающего относительно невысокой проницаемостью по отношению к водороду при температуре ниже 20°C - 30°C и более чем в 10 раз большей проницаемостью при температуре выше 70°C-90°C. Отношение прочности на растяжение к плотности материала полых микроцилиндров может быть больше 1000 МПа·см<sup>3</sup>/г. Материал полого микроцилиндра выбирают из различных полимерных и композиционных материалов, например из KEVLAR™, TWARON™, TERLON™, ARMOS™, TECHNORA™ и так далее; Микросферы могут быть изготовлены из материала, обладающего относительно невысокой проницаемостью по отношению к водороду при температуре 50°C-70°C и более чем в 10 раз большей проницаемостью при температуре выше 200°C-250°C. Отношение прочности на растяжение к плотности материала микросфер составляет более 1000 МПа·см<sup>3</sup>/г. Материал микросфер может быть выбран из MgAlSi стекла (например, из стекла S-2 Glass™, R-glass, доступных из компании Saint-Gobain Vetrotex Textiles, стекла T-Glass, доступного из Nitto Boseki Co., Ltd. (Nittobo)), плавленного кварца и так далее. Наружный диаметр микросфер может быть, например, в пределах от 50 микрометров до 5000 микрометров. Отношение толщины стенок к наружному диаметру микросфер может составлять от 0,01 до 0,2. Наружный диаметр микросфер может уменьшаться от центра второй части по направлению к краям второй части.

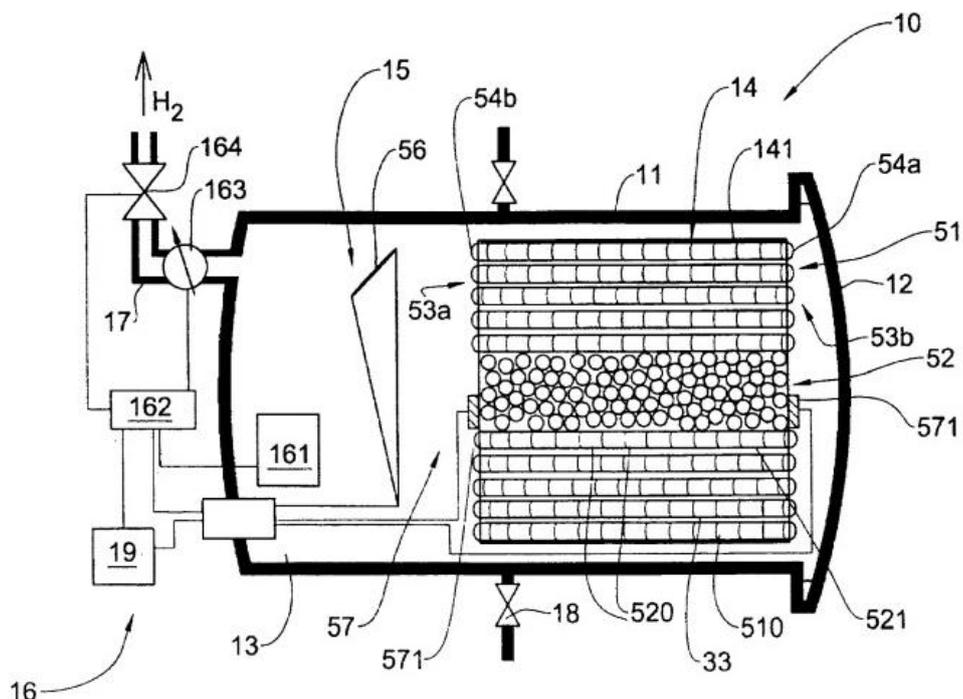


Рисунок 4. Продольный разрез устройства

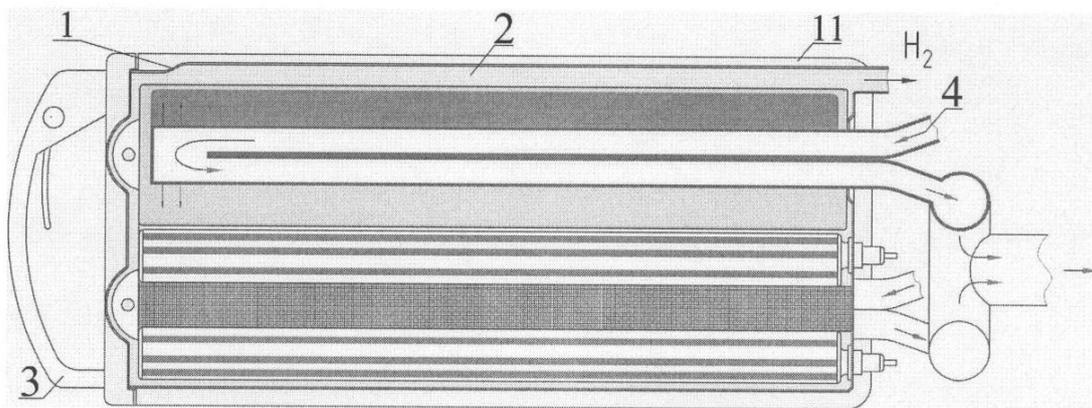
Таким образом, устройство данного изобретения обеспечивает возможность выделения газообразного водорода из первой части картриджа 14 и, следовательно, возможность начала подачи газообразного водорода из микроцилиндров 510 и межцилиндровых пространств 33 в течение достаточно короткого времени после включения регулируемого источника 56 излучения, например в течение 3-5 секунд (см. Рисунок 4). После этого может быть активирована вторая часть картриджа, в результате чего газообразный водород, хранящийся в микросферах 520 и межсферных пространствах 521, может быть выделен на более поздней стадии.

Устройство для хранения сжатого газообразного водорода имеет следующие преимущества: возможность регулируемого выделения газообразного водорода; регулирование работы данного устройства; включает два различных типа микрочипов, выполненных с возможностью накопления и хранения сжатого газообразного водорода.

Недостаток данного устройства является то, что сорбент для газов разбавлен материалом в объемной доле до 0,5. Введение такого количества инертного материала значительно снижает важный для автономных и передвижных устройств хранения показатель - объемную долю аккумулируемого водорода. Кроме того, картриджи установлены таким образом, что их замена требует разборки всего устройства. Нагрев картриджей с сорбентом для газа ведется с одной стороны, что даже при наличии в картриджах порошка теплопроводящего материала не может обеспечить равномерный прогрев сорбента, что снижает эффективность процесса выделения газа.

Рассмотрим устройство для хранения и транспортировки водорода, авторы - Морозова Елена Васильевна, Дрожжин Валерий Станиславович, Ермишин Николай Александрович, Пикулин Игорь Валентинович, Куликов Сергей Анатольевич [3]. Предлагаемое изобретение относится к области создания автономных источников энергии, систем хранения, выделения и транспортировки газообразных продуктов и может быть использовано как в стационарных, так и в автономных и передвижных системах энергоснабжения. Устройство позволяет использовать дисперсные и пористые материалы, являющиеся аккумуляторами водорода, которые выделяют водород при термическом воздействии на них, в качестве сорбционных элементов могут быть использованы материалы как с физической сорбцией водорода, так и интерметаллические соединения, являющиеся аккумуляторами водорода. Устройство позволяет использовать в качестве рабочей среды выхлопные газы автомобиля для нагрева капсул с аккумуляторами водорода в процессе работы двигателя и атмосферный воздух для охлаждения бака перед дозаправкой - заменой капсул в баке.

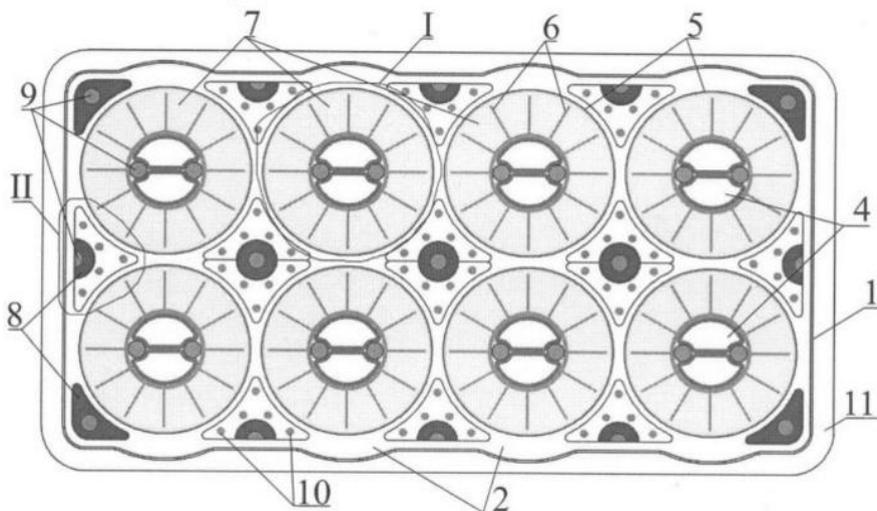
Заявляемое устройство для хранения и транспортировки газообразных продуктов состоит из корпуса 1 с крышкой 3 и теплозащитным слоем 11, двух газовых систем: одна для нагрева и охлаждения аккумуляторов водорода 7 рабочей средой - газовой коллекторы 4, вторая для отвода водорода - водородная магистраль 2. Система нагрева и охлаждения имеет коллекторы 4, по которым проходят либо выхлопные газы - если необходимо нагреть аккумуляторы водорода 7, либо воздух при температуре окружающей среды - если необходимо охладить аккумуляторы водорода 7. На коллекторы 4 надеты съемные капсулы 5 с газопроницаемыми стенками, внутри которых находятся аккумуляторы водорода 7. Для улучшения теплопередачи от коллектора 4 к аккумуляторам водорода 7 в капсулах 5 установлены тепловые ребра 6. Для обеспечения необходимой скорости выделения водорода из аккумуляторов водорода 7, т.е. требуемой скорости нагрева аккумуляторов водорода 7, на коллекторах 4 установлены электрические нагреватели 9 и вокруг капсул 5 расположены ИК-излучатели 10. В корпусе установлены сорбционные элементы 8, имеющие независимые электронагревательные устройства 9. Корпус герметично закрывается крышкой 3.



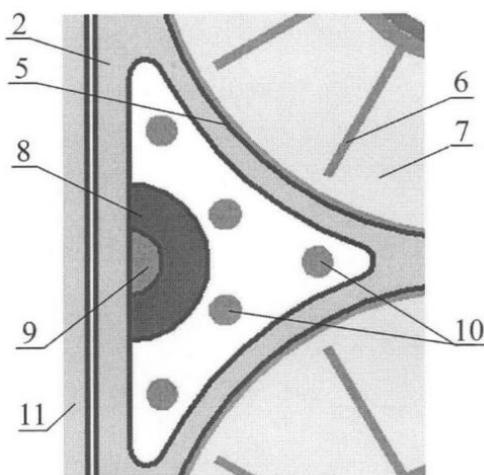
**Рисунок 5. Общий вид устройства для хранения и транспортировки водорода**

Работа заявляемого устройства происходит следующим образом - по коллекторам 4 запускаются выхлопные газы, включаются электронагреватели 9 в сорбционных интерметаллических

системах 8, расположенные вдоль коллекторов 4, и включаются ИК-излучатели 10. Одновременно разогреваться будут не более 2-3 капсул, что при температуре газового потока через коллектор  $\sim 450^{\circ}\text{C}$  температура внешней стенки бака не будет превышать  $60^{\circ}\text{C}$ . Температура газового потока регулируется электронагревателями 9 и ИК-излучателями 10. При нагреве капсул 5 из микросфер выделяется газ, который через пористую стенку капсулы 5 поступает во внутреннюю полость бака (водородную магистраль 2) и отводится потребителю. Прекращение газовой выделению из микросфер 7 и сорбционных интерметаллических систем 8 производится отключением электронагревателей 9 и ИК-излучателей 10 и пропусканьем через коллектор 4 воздуха при температуре окружающей среды.



**Рисунок 6. Устройство для хранения и транспортировки водорода**



**Рисунок 7. Сорбционный элемент и нагревательные элементы (электрический и инфракрасные)**

Перед вскрытием температура внутренней части бака понижается до  $60^{\circ}\text{C}$  пропусканьем воздуха при температуре окружающей среды. При этом имеющийся во внутренней полости газ будет поглощаться сорбционными элементами 8.

Устройство для хранения и транспортировки водорода, содержащее корпус с водородной магистралью, в которой расположены аккумуляторы водорода, сорбционные элементы и электрические нагреватели, а также магистраль для подачи рабочей среды в виде коллектора, соединенного с источниками рабочей среды с возможностью переключения, отличающееся тем, что аккумуляторы водорода расположены в капсулах с газопроницаемыми оболочками, которые установлены на коллекторах с возможностью их замены, а внутри капсул установлены теплопроводящие элементы, между которыми расположены аккумуляторы водорода.

Преимущества: в качестве аккумулятора водорода использованы микросферы, и(или) интерметаллические соединения, и(или) фулерид лития; сорбционные элементы выполнены из материалов с физической сорбцией водорода и(или) интерметаллических соединений; в качестве

рабочей среды использованы выхлопные газы автомобиля; капсулы установлены коаксиально на коллекторах; нагреватели расположены вокруг капсул и(или) внутри сорбционного элемента; электрические нагреватели установлены с возможностью независимого регулирования температуры каждой капсулы и материала сорбционного элемента; устройство дополнительно содержит ИК-излучатели, установленные по внешней поверхности капсул.

Недостатки: сложность устройства, использование дорогостоящих материалов.

На основании выше рассмотренных устройств можно предложить следующее: использовать водород для хранения только в связанном виде, т.е. в соединении с металлами или другими элементами, которые обеспечивали бы безопасное хранение и транспортирование водорода; выделение водорода из соединения только в том случае, когда производится внешнее воздействие электрическим током или при нагревании. Для использования в автомобилях преимущественным способом протекания реакции выделения водорода было бы воздействия электрического тока напряжением 12 В. Для хранения водорода в сплаве с металлами применение съемных кассет, многоразового использования.

#### **Литература:**

1. «Металлогидридный аккумулятор для хранения водорода». Патент RU №2450203
2. «Устройство и картридж для хранения сжатого газообразного водорода». Патент RU №2440290
3. «Устройство для хранения и транспортировки водорода». Патент RU №2435098

#### **References:**

1. "MH rechargeable battery to store the hydrogen." Patent RU №2450203
2. "Apparatus and cartridge for storage of compressed hydrogen gas." Patent RU №2440290
3. "Device for storing and transporting hydrogen." Patent RU №2435098

#### **Сведение об авторах.**

*Шаяхметов А.Б. – техника ғылымдарының кандидаты, машина жасау кафедрасының доцент м.а., А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай қ., e-mail: [shayahmetov0501@mail.ru](mailto:shayahmetov0501@mail.ru).*

*Шаяхметов А.Б. – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры машиностроения, Костанайский государственный университет имени А. Байтұрсынова, г. Костанай, e-mail: [shayahmetov0501@mail.ru](mailto:shayahmetov0501@mail.ru).*

*Shayakhmetov A.B. - Ph.D., acting associate professor of mechanical engineering, Kostanai State University by A.Baitursynov, Kostanai, [shayahmetov0501@mail.ru](mailto:shayahmetov0501@mail.ru).*