

УДК 546.1

**ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ИСКУССТВЕННЫЕ: ВОДОРОД - ХРАНЕНИЕ,
ТРАНСПОРТИРОВКА**

**ARTIFICIAL ENERGY RESOURCES: HYDROGEN - STORAGE,
TRANSPORTATION**

И.Д.Винников

Научный руководитель – Е.В. Мышковец, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

I. Vinnikov

Supervisor – E. Mishkovets, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: Электроэнергия - это наиболее удобный вид энергии, поскольку ее можно легко контролировать, транспортировать и преобразовывать в тепло, а также работать с очень высокой эффективностью. Единственный недостаток электроэнергии в том, что ее нельзя хранить в больших количествах. Альтернативная энергия будущего - это водородная энергия, которую можно легко хранить в дополнение к другим качествам электрической энергии.

Abstract: *Electrical energy is the most convenient form of energy because it can be easily controlled, transported and converted into heat and work at very high efficiencies. The only shortcoming of electrical energy is that it cannot be stored in large quantities. Alternative energy of future is hydrogen energy which can also be easily stored in addition to other qualities of electrical energy.*

Ключевые слова: водород, энергетика, искусственные энергоресурсы, водородная энергетика.

Keywords: *hydrogen, energy, artificial energy resources, hydrogen energy.*

Введение

В последнее десятилетие стало совершенно очевидным, что дальнейшее развитие современной энергетики ведет человечество к огромному экологическому кризису. Быстрое сокращение запасов ископаемого сырья будет принуждать индустриально развитые страны увеличивать сеть атомных энергоустановок, которые станут повышать опасность при их использовании. Резко обострится проблема утилизации радиоактивных отходов. Учитывая эту тревожную тенденцию, многие ученые и практики определенно высказываются в пользу ускоренного поиска альтернативных нетрадиционных источников энергии. В особенности, их взгляды обращаются к водороду, запасы которого водах Мирового океана неограничены.

Основная часть

Транспортировка и распределение водорода создают определенные проблемы с точки зрения безопасности. Эти проблемы тесно связаны с химическими и физическими свойствами водорода: его способность делать материалы хрупкими, его легкость выхода из защитной оболочки, его широкий

диапазон воспламеняемости и ограниченное количество энергии, необходимое для его воспламенения, - все это представляет собой препятствия для безопасного использования. В то же время его чрезвычайно низкая плотность является гарантией того, что газ, скорее всего, поднимется вверх, а не образует плотные опасные облака, как это делают другие опасные газы.

Рассмотрим пять основных методов хранения водорода: 1. Хранение сжатого газа. Для многих применений водород удобно хранить в баллонах с более высоким давлением. Метод довольно дорогой и громоздкий. 2. Хранение жидкости в качестве криогенного хранилища в резервуарах с вакуумной изоляцией или очень изолированными резервуарами. Жидкое водородное топливо, используемое в космической программе в качестве ракетного топлива, хранится в больших резервуарах. 3. Система линейных блоков, где разрешено изменять давление в системе передачи и распределения. 4. Подземное хранение газообразного водорода на истощенных месторождениях нефти и газа или в системах водоносных горизонтов. Это самый дешевый способ хранения большого количества водорода для последующего распределения. 5. Хранение в виде гидридов металлов в химически связанной форме. Ряд металлов и сплавов образуют твердые соединения в результате прямой реакции с газообразным водородом. Гидриды металлов можно транспортировать в твердой форме. Когда гидрид нагревается, водород выделяется для использования. [2]

Привлекательность водорода как многофункционального энергоносителя определяется чистотой, гибкостью и эффективностью процессов преобразования энергии с его участием. Технологии разномасштабного получения водорода достаточно хорошо освоены и имеют практически неограниченную сырьевую базу. Однако низкая плотность газообразного водорода, низкая температура его сжижения, а также высокая взрывоопасность в сочетании с негативным воздействием на свойства конструкционных материалов, ставят на первый план проблемы разработки эффективных и безопасных систем хранения водорода - именно эти проблемы сдерживают развитие водородной энергетики и технологии в настоящее время. В соответствии с классификацией департамента энергетики США, методы хранения водородного топлива делят на 2 большие группы: Первая группа предполагает физические методы, которые используют физические процессы (главным образом, компрессирование или сжижение) для перевода газообразного водорода в компактное состояние. Водород, хранимый с помощью физических методов, состоит из молекул H_2 , слабо взаимодействующих со средой хранения. На сегодняшний день реализованы следующие физические методы, хранения водорода:

Сжатый газообразный водород: газовые баллоны; стационарные огромные системы хранения, включая подземные резервуары; хранение в трубопроводах; стеклянные микросферы. Вторая группа включает химические методы, в которых хранение водорода обеспечивается физическими или химическими процессами его взаимодействия с некоторыми материалами. Хранение водорода. Данные методы характеризуются сильным взаимодействием молекулярного либо атомарного водорода с материалом среды хранения и являются следующими:

В химических методах хранения водорода обеспечивается физическими или химическими процессами его взаимодействия с некоторыми материалами. Данные методы характеризуются сильным взаимодействием молекулярного либо атомарного водорода с материалом среды хранения.

Хранение газообразного водорода не является более сложной проблемой, чем хранение природного газа. На практике для этого используют газгольдеры, естественные подземные резервуары (водоносные породы, выработанные месторождения нефти и газа), хранилища, созданные подземными атомными взрывами. Для хранения газообразного водорода при давлении до 100 МПа используют сварные сосуды с двух- или многослойными стенками. Для этих задач используют и бесшовные толстостенные сосуды из низкоуглеродистых сталей, рассчитанных на давление до 40 – 70 МПа. [1, стр.148]

Одним из наиболее перспективных способов хранения больших количеств водорода является хранение его в водоносных горизонтах. Годовые потери составляют при таком способе хранения 1 – 3%. Эту величину потерь подтверждает опыт хранения природного газа. Газообразный водород возможно хранить и перевозить в сосудах из стали под давлением до 20 МПа. Такие резервуары можно подвозить к месту потребления на автомобильных или железнодорожных платформах, как в стандартной таре, так и в специально сконструированных контейнерах.

Транспортировка водорода

Первоначальные методы хранения и транспортировки сжиженного водорода состояли из стальных резервуаров, в которых водород находился в жидкой форме при давлении около 2000 фунтов на квадратный дюйм. Это оказалось эффективным способом хранения, и, поскольку водород не вызывает коррозии, не было никаких проблем с деградацией стальных контейнеров. Тем не менее, благодаря новым достижениям в хранении водорода внутренняя часть этих стальных резервуаров покрыта композитным материалом из углеродного волокна, который значительно повышает прочность примерно в 10 раз по сравнению с прочностью одной стали и может даже выдерживать столкновение со скоростью 100 миль в час без взлома. Эти достижения в обращении с сжиженным водородом позволяют более безопасно транспортировать его на рынок и делают его гораздо более безопасным и привлекательным источником энергии.

Один из текущих методов транспортировки водорода на рынок - это совместное использование одного трубопровода, в котором и природный газ, и водородный газ находятся в одном трубопроводе, где два газа затем разделяются перед использованием. Это очень эффективный способ транспортировки, учитывая, что существующая инфраструктура для природного газа уже существует. Кроме того, присутствие природного газа позволяет быстрее обнаружить утечку в трубопроводе из-за одорантов, добавляемых в природный газ. Также преимуществом является сохранение потенциальной энергии по сравнению с таким источником энергии, как электрический; поскольку есть определенное количество потерянной энергии из-за сопротивления в силовых кабелях на больших расстояниях. Однако с водородом потери потенциальной

энергии отсутствуют, и это делает его экономически эффективным методом транспортировки.

Водород для транспортировки потребителям продается в различных формах в зависимости от требуемой потребности в энергии и дальности действия одного резервуара; Существует 2 обычных и 1 менее распространенная форма водорода, которые используются для транспортировки. Первый - это сжатый газообразный водород, который подается при давлении 5000 или 10000 фунтов на квадратный дюйм. Это обычная форма для автомобилей и автобусов. Другой распространенной формой является криогенный переохлажденный жидкий водород. Третья форма водорода - это жидкая суспензия, которая представляет собой соединение, богатое водородом. Часто используется гидрид лития или гидрид магния, и это многообещающая форма, учитывая, что его можно хранить при нормальной температуре жизни и обрабатывать таким же образом, как и любую другую жидкость, учитывая ее более высокую стабильность. Преимущество суспензии над криогенным водородом состоит в том, что она имеет вдвое большую удельную энергию и намного дешевле в производстве и транспортировке. [3]

В недавнем исследовании (Herrmannetal. 2018) изучалась экономическая эффективность водородного топливного элемента на базе ТЭЦ и наблюдались его текущие применения в Германии. Эта европейская страна хорошо подходит для водородной экономики благодаря тому, что здесь находится второй по величине водородный трубопровод, а также Германия получает около 35% своей энергии из возобновляемых источников, что делает производство водорода с использованием этой энергии очень экологически чистым. Водород, полученный путем парового риформинга природного газа, имеет самую низкую общую стоимость при применении в бытовой энергосистеме ТЭЦ. Отсюда и причина, по которой европейский проект ene.field намерен развернуть до 1000 бытовых систем ТЭЦ в 11 европейских странах. Если использовать жидкий водород в автомобиле, необходимо иметь тяжелую криогенную систему обеспечения. Резервуар должен быть достаточно холодным в целях безопасности. Если прибавить изоляцию, вес увеличится.

Заключение

В будущем водород присоединится к электросистеме в качестве важного энергоносителя, так как его можно безопасно производить из возобновляемых источников энергии, и он почти не загрязняет окружающую среду.

Он также будет использоваться в качестве топлива для транспортных средств с нулевым уровнем выбросов, для обогрева домов и офисов, для воспроизводства электроэнергии и для заправки летательных аппаратов.

Литература

1. Радченко Р.В., Мокрушкин А.С., Тюльпа В.В. Водород в энергетике. Учебное пособие. - ЕКБ, 2014.

2. Водородная энергетика [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.engineeringnotes.com/essay/hydrogen-energy/essay-on-hydrogen-energy-types-renewable-energy-energy-management/20253> Дата доступа: 20.04.2021.

3. Водородные топливные элементы [Электронный ресурс].- Режим
доступа:<https://www.essaysauce.com/science-essays/hydrogen-fuel-cells/> Дата
доступа:20.04.21.