

УДК 62-622

**РАЗРАБОТКИ ВЕДУЩИХ СТРАН МИРА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
ВОДОРОДА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
DEVELOPMENTS OF THE WORLD'S LEADING COUNTRIES ON THE
USE OF HYDROGEN IN VARIOUS INDUSTRIES**

А.С. Шенец

Научный руководитель – В.Н. Романюк, д.т.н., профессор
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

pte@bntu.by

A. Shenets

Supervisor – V. Romanyuk, Doctor of Technical Sciences, Professor
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В данной статье рассмотрены наиболее интересные разработки с использованием водорода в качестве источника энергии. Описаны принципы развития водородной энергетики в некоторых сферах промышленности.*

***Abstract:** This article discusses the most interesting developments using hydrogen as an energy source. The principles of the development of hydrogen energy in some industries are described.*

***Ключевые слова:** водород, водородная энергетика, «Водородная долина», топливо, энергетическая отрасль.*

***Keywords:** hydrogen, hydrogen energy, "Hydrogen valley", fuel, energy industry.*

Введение

Водород, является чистым топливом, которое при сжигании в топливном элементе производит только воду. Водород можно производить из различных внутренних ресурсов, таких как природный газ, атомная энергия, биомасса и возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия и ветер. Эти качества делают его привлекательным вариантом топлива для транспорта и производства электроэнергии. Его можно использовать в автомобилях, в домах, в портативных источниках питания и во многих других областях.

Водород является энергоносителем, который можно использовать для хранения, перемещения и доставки энергии, произведенной из других источников.

Основная часть

Авиалайнеры на водородных двигателях:

Компания Airbus (Франция) представила три концепции первого в мире коммерческого авиалайнера с нулевым уровнем выбросов углекислого газа, который могут ввести в эксплуатацию в 2035 году. Как и планировалось, они должны работать на водородном топливе. Каждая концепция рассматривает различные технологические траектории и аэродинамические конфигурации для достижения "чистого нуля" (отсутствие выбросов парниковых газов).

Это следующие концепции:

Концепция самолета с турбовентиляторным двигателем (рисунок 1), который вмещает 120-200 пассажиров и имеет дальностью полета более 3700 километров, способен осуществлять своё движение в трансконтинентальных направлениях. Оснащен модифицированным газотурбинным двигателем, работающем на водороде, а не на реактивном топливе. Жидкий водород будет храниться и распространяться через резервуары, расположенные за задней герметичной рамой;



Рисунок 1 - Самолёт с турбовентиляторным двигателем

Концепция самолета с турбовинтовым двигателем, вместимостью до 100 пассажиров, который также оснащен газотурбинным двигателем, модифицированным водородом. Устройство данного самолета позволяет преодолевать расстояние более 1800 километров, что делает его великолепнейшим вариантом для осуществления перевозок на короткие расстояния;

Концепция фюзеляжа в сочетании с крылом, вместимостью до 200 пассажиров и дальностью полета более 3700 километров. Конструкция имеет достаточно широкий корпус, что предоставляет множество возможностей для хранения и распределения водорода.

Переход на водород в качестве основного источника энергии для данных концептуальных самолетов потребует радикальных действий со стороны всей авиационной экосистемы. Совместно с поддержкой правительственных органов и отраслевых партнеров можно решить эту задачу посредством расширения применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и

водорода для обеспечения стабильного будущего авиационной сферы промышленности.

Мобильная водородная заправочная станция:

Одной из проблем, связанных с развитием водородного транспорта, является неразвитость инфраструктуры. Немецкая компания Wystrach, производитель установок для хранения и транспортировки газов, представила на рынке мобильную водородную заправочную станцию WyRefueler (рисунок 2). Это переносная система, которая собирается /разбирается в течение дня. Её устройство позволяет размещать её практически в любом месте.



Рисунок 2 - Мобильная водородная заправочная станция

Данная водородная заправочная станция состоит из двух частей: контейнера-цистерны и контейнера-заправочной станции, которые могут транспортироваться независимо друг от друга. На предприятии установлена заправочная станция, которая включает водородный компрессор, автоматизированную систему управления, буферный бак емкостью 88 кг, 500 бар с возможностью автоматического контроля давления на необходимый период. Контейнер-цистерна, содержащий 313 кг водорода, сжатого при давлении 300 бар, необходимо либо заполнить водородом, либо заменить другим при его освобождении.

Создатели данной установки предлагают идею для заправки водородом при давлении 350 бар, что не подходит для легковых автомобилей, но используется для тяжелых транспортных средств (автобусов, поездов, грузовиков, строительной техники). Достоинством является то, что система была удачно протестирована в Нидерландах.

«Водородная долина» в Нидерландах:

Две провинции Нидерландов – Гронинген и Дренте – общими силами планируют создать "Водородную долину" (рисунок 3) на своих территориях.

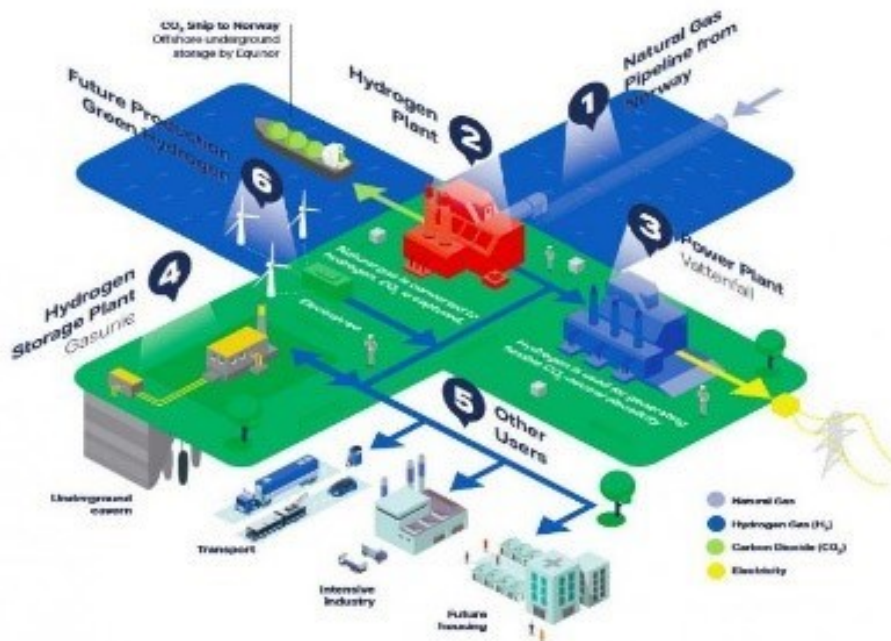


Рисунок 3 - «Водородная долина»

Создан план развития водородной энергетики до 2030 года общей стоимостью 2,8 миллиарда евро, который будет ориентирован на использовании "голубого" водорода, добываемого из воды при помощи возобновляемых источников энергии. "Зеленый" водород планируется получать традиционным способом – путем преобразования природного газа. Углекислый газ, образующийся в процессе, должен закачиваться под землю для устранения выбросов парниковых газов. Такие технологические процессы уже протестированы в производстве на небольших установках и все еще довольно-таки дорогие. Авторы плана пытаются снизить затраты на производство и транспортировку водорода за счет эффекта масштаба.

План включает в себя 33 определенных проекта, в том числе строительство подземного хранилища водорода в соляных пещерах в Зюйдвендинге, создание сети водородных заправочных станций, добавление водорода и синтез-газа в уже существующие газопроводы и т.д. В проектах примут участие такие компании как Shell, Nuon, Engie, BioMCN (производитель биометанола), Gasunie (оператор сети газопроводов) и др. Предприятие готово взять на себя часть расходов, рассчитывая, что остальные средства поступят из бюджетов Нидерландов и Европейского Союза.

Мощность установок электролиза воды планируется увеличить для начала до 1 МВт, а затем до 1 ГВт. К тому же, планируется разработать и построить "водородные" ветряные турбины со встроенными электролизаторами. Электростанцию в Эмсхейвене, мощностью 1,32 ГВт, планируется частично перевести с природного газа на водород. В последующем подземное хранилище водорода станет огромным аккумулятором энергии.

Первая водородная газотурбинная электростанция в Японии:

В июне 2020 года газотурбинная электростанция (рисунок 4) завода Mizue, мощностью 80 МВт, начала работать на новом для себя виде топлива –

водороде – на нефтеперерабатывающем заводе Тао в Японии. Компании Chiyoda, Mitsubishi, Mitsui и Nippon Yusen начали проект еще в 2015 году.



Рисунок 4 - Водородная газотурбинная электростанция

Они создали совместное исследовательское подразделение ANEAD (Ассоциация передовых водородных энергетических цепочек для развития технологий), которое построило завод по гидрогенизации в Брунее и завод по дегидрированию в Японии.

Тем не менее, в этом проекте водород образуется путем паровой конверсии метана, поставляемого в Бруней танкерами в жидкой форме. После этого его связывают с толуолом для получения метилциклогексана, который при нормальной температуре и атмосферном давлении представляет собой жидкость, которую можно хранить и транспортировать в резервуарах. Метилциклогексан доставляется в Токийский залив, где он подвергается дегидрированию на нефтеперерабатывающем заводе Тао Oils keihin. Далее водород смешивается с газообразными продуктами переработки нефти и поступает в газовые турбины теплоэлектростанции «Мидзуэ», которая расположена непосредственно на территории нефтеперерабатывающего завода. Толуол возвращается в Бруней для повторного использования. Проект финансируется японской государственной организацией NEDO (Организация по развитию новой энергетики и промышленных технологий, «Новая энергетика и промышленное и технологическое развитие»). Ассоциация ANEAD планирует поставлять 350 тысяч тонн водорода ежегодно в Японию и использовать в качестве топлива для гигаваттной электростанции к 2030 году.

Все основные производители энергетических газовых турбин – Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ge Power, Siemens Energy и Ansaldo Energia – в настоящее время разрабатывают свои модели, способные работать на чистом водороде в двух режимах: как при постоянной нагрузке, так и при пиковом потреблении. Скорее всего, что это объединенный ответ электроэнергетики на ужесточение требований к уровням выбросов в атмосферу. В то же время водород претендует на роль важнейшего катализатора европейской энергетической трансформации, известной как "энергетический переход" [1].

Заключение

Технологии конечного использования водородной энергии, в отличие от традиционных технологий, еще не созрели. Однако они предлагают потенциально значительные преимущества с точки зрения низкого или нулевого уровня выбросов и гибкости в отношении источников топлива. Поскольку это незрелые технологии, их стоимость высока, а надежность и долговечность еще не доказаны.

В долгосрочной перспективе водородная энергия, вероятно, будет использоваться во многих повседневных ситуациях, и водородные энергетические технологии заменят многие традиционные технологии. Экономика таких водородных технологий будет улучшаться по мере их широкого использования, а добавленная стоимость низкого уровня загрязнения должна еще больше повысить ценность таких систем [2].

В связи с использованием водорода в качестве источника энергии, вскоре энергетическая отрасль перестанет существовать в том виде, в каком мы ее сейчас знаем. Например, дома будут оснащены автономными генераторами на водородном топливе. Не понадобятся не только гидроэлектростанции, атомные электростанции, но и все сети, передающие электроэнергию. Хотя в то же время водород вырабатывается именно за счет потребления значительного количества электроэнергии.

Литература

1. Водородная энергетика [Электронный ресурс]/ водородная энергетика. - Режим доступа: <https://energy.hse.ru/hydroenergy>. – Дата доступа: 29.03.2022.

Водородная энергетика [Электронный ресурс]/ водородная энергетика. - Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydrogen-energy>. – Дата доступа: 29.03.2022.