

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ В ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКИХ СТРАНАХ И АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Буранов Искандер Усманович
 Академия наук Республики Узбекистан
 Институт проблем энергетики
biskander@rambler.ru

Хамидов Шухрат Вахидович
 Зав. Лабораторией, д.т.н., профессор
 Институт проблем энергетики АН РУз,
khamidov_sh@mail.ru

Михайлов Даниил Михайлович
 Начальник отдела
 ООО «ГЭХ Инжиниринг»
d.mihaylov@geheng.ru

В данной статье рассмотрены ключевые аспекты способствующие развитию и внедрению водорода в качестве "топлива будущего" в Европе, технологии и специфика его производства, а также перспективы Азербайджана, Казахстана и Узбекистана, как производителей и поставщиков промышленных объемов водорода.

The paper considers key aspects for introduction and development of hydrogen as the "fuel of the future" in Europe, technologies, and specifics of its production. As well as prospects of Azerbaijan, Kazakhstan and Uzbekistan as producers and suppliers of hydrogen industrial in volumes.

Ушбу мақолада Европада водород "келажакнинг ёқилги" сифатида ривожлантирилиши ва жорий этиши асосий томонлари, унинг ишлаб чиқарилиши технологиялари ва хусусиятлари муҳокама қилинади, ва Азарбайжон, Козогистон ва Ўзбекистон водородни саноат ҳажмларда ишлаб чиқарувчи ва етқазиб берувчи перспективалари.

Ключевые слова: водород, возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, электролизер, водообеспеченность, природный газ.

В мае 2022 года Европейский Союз, в рамках своей новой стратегии развития энергетики, объявил о намерении более широкого использования водорода, ускорения «энергетического перехода». Для достижения этой задачи планируется выделять 100 млрд. евро ежегодно. В реализации этого плана могут принять участие Центрально-азиатские страны и Азербайджан. В данной статье, мы постарались рассмотреть нюансы развития проектов по использованию водорода, принимая во внимание его физико-химические свойства, имеющиеся технологии, а также найти точки соприкосновения и взаимный интерес этих стран с точки зрения ресурсной базы, географического положения, создания совместных производственных цепочек и развития людского капитала.

Основная задача нового энергетического плана ЕС – избавление от зависимости от российского природного газа¹. В январе 2023 года, лидеры Франции и Германии объявили об ускорении инвестиций в «топливо будущего» и о присоединении Германии к проекту строительства водородного трубопровода «H2Med», по которому к 2030 году «зеленый» водород (цветовая градация водорода - см. таблицу 1) в объеме 2 млн тонн будет ежегодно поставляться с Пиренейского полуострова во Францию.

Таблица 1 Цветовая градация и новые определения происхождения водорода

1



| Новое определение градации водорода | Цветовая градация водорода | |
|--|---|--|
| Возобновляемый водород (или чистый водород) | Зеленый водород (производится способом электролиза с использованием ВИЭ) | Электроэнергия для работы электролизера поставляется из сети без указания источника электроэнергии |
| Низкоуглеродный водород | Голубой водород (производится из природного газа методом парового риформинга с улавливанием CO ₂) | |
| Водород основанный на горючем топливе (без системы улавливания CO ₂) | Серый водород (производится из природного газа методом парового риформинга без улавливания CO ₂), коричневый водород (производится методом пиролиза из бурого угля), черный водород (производится методом пиролиза из каменного угля) | |

Источник: Правила Европейского Союза для возобновляемого водорода. Европарламент, апрель 2023г.

Не последняя роль в реализации этого плана отдается странам СНГ. Республика Азербайджан, в декабре 2022г. подписала рамочное соглашение с компанией Fortescue Future Industries (FFI) о развитии в стране проектов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) суммарной мощностью 12 ГВт. Параллельно, FFI объявила о намерении поставлять в Европу ежегодно 5 миллионов тонн «зеленого» водорода к 2030 году.

Ближневосточные компании MASDAR и ACWA Power в январе и феврале 2023 года подписали соглашение с государственной нефтяной компанией Азербайджанской Республики «SOCAR» о совместной разработке проектов ВИЭ общей мощностью 4 ГВт и 2,5 ГВт, соответственно, включая проекты по производству «зеленого» водорода.

Ранее, в ноябре 2022 года, шведская компания Svedind Energy Group заявила о подписании инвестиционного соглашения с Правительством Республики Казахстан о строительстве и вводу в эксплуатацию к 2032 году завода по производству «зеленого» водорода мощностью 20 ГВт и производительностью 2 млн тонн водорода в год.

Республика Узбекистан также подписала соглашение с компанией ACWA Power по реализации проектов в области производства «зеленого» водорода и аммиака.

Сегодня, согласно данным Международного энергетического агентства, годовой объем производимого водорода в мире составляет около 75 миллионов тонн, из которого только 0,7% является низкоуглеродным водородом. Он используется, в основном, в химической промышленности для производства аммиака и метанола. Однако, его также можно применять в сталелитейном производстве, заменив природный газ или уголь, или же в транспортных средствах, в качестве топлива. Справедливости ради, следует отметить, что на сегодняшний день, эффективность автомобилей на водородном топливе ниже, чем эффективность электромобилей. Более того, водород взрывоопасен и его широкое применение в качестве топлива для автомобилей требует внедрения соответствующих мер безопасности. Полная цепочка производства и перспективного использования водорода показана на рис 1. Именно топливные характеристики водорода, позволяют рассматривать его в качестве претендента на звание «топливо будущего». Именно водород должен заменить природный газ, используемый для производства электроэнергии в Европе, и обеспечить удовлетворение спроса на электроэнергию, в случае снижения выработки на ветроэнергетических установках или солнечных станциях. При этом сам водород не является первичным элементом и не существует в природе в чистом виде, его надо получать путем химических реакций – парового риформинга метана или электролиза воды с помощью специальных установок называемых электролизерами.

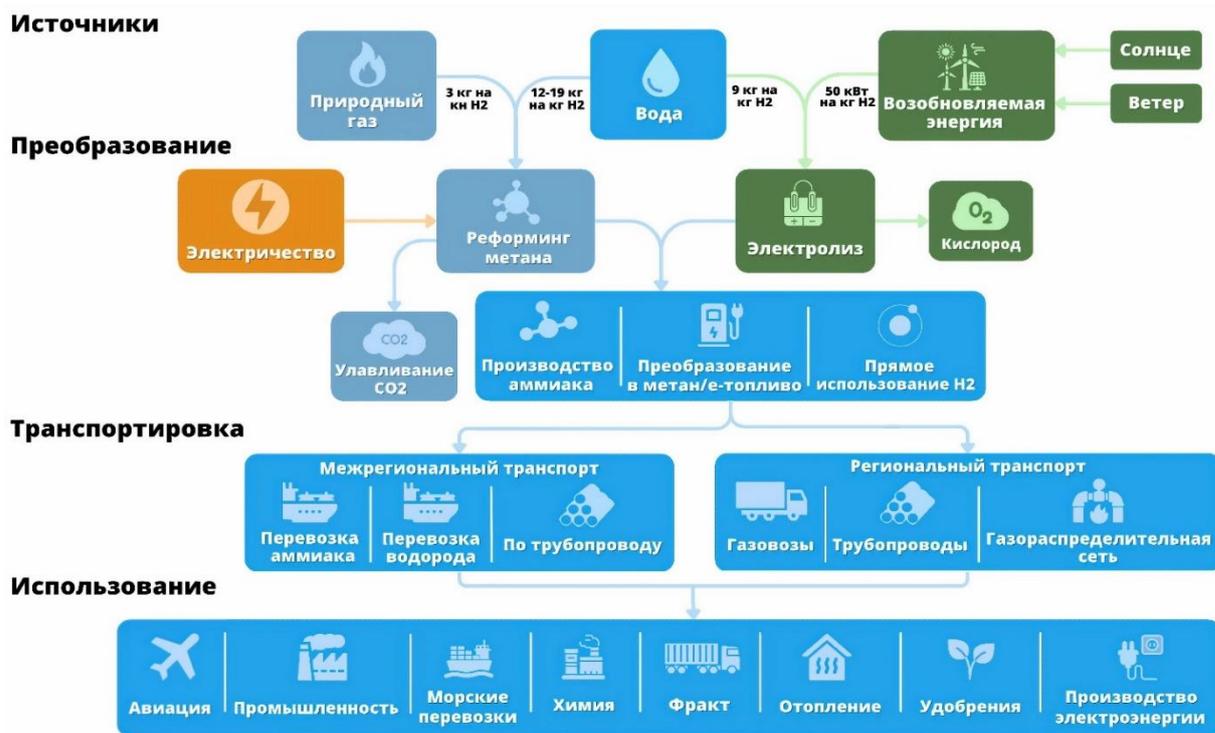


Рис. 1 Производство и использование водорода.

Источник: Всемирный банк, Водородный совет (Hydrogen Counsel)

Наиболее перспективные технологии, лежащие в основе работы электролизеров, можно разделить на шесть основных групп: i) щелочные, ii) кислотные, iii) кислотные/щелочные амфотерные, iv) твердооксидные, v) микробные, и vi) фотоэлектрохимические. У каждой из этих технологий есть свои плюсы и минусы, но не все они освоены для применения в промышленных масштабах. Наибольшее применение получили щелочные (удельные капитальные затраты варьируются в пределах €750-1400/кВт) и кислотные электролизеры (удельные капитальные затраты в пределах €900-1800/кВт). Кислотные электролизеры, выполненные по технологии протонно-обменной мембраны (PEM), достаточно перспективны для работы с возобновляемыми источниками энергии и, во многих случаях, именно их рассматривают при выполнении оценки проектов. В свою очередь электролизеры являются очень энергоемким оборудованием, требующим значительного расхода электроэнергии.

Европейские страны планируют использовать электроэнергию вырабатываемую на морских ветроэнергетических станциях (МВЭС), расположенных в Северном и Балтийском морях, для производства водорода. Для реализации этого плана была принята амбициознейшая программа, предусматривающая строительство 440 ГВт МВЭС к 2030 году и 1300 ГВт к 2050г., то есть около 30 ГВт ежегодно. Производимый водород планируется закачивать в подземные хранилища, для дальнейшего использования в промышленных процессах, в качестве топлива для глубоководного судов, и, в редких случаях, для сжигания на ГТУ в часы максимального спроса на электроэнергию.

При этом, есть четкое понимание, как в экспертном сообществе, так и среди простых европейцев, что это не самое эффективное использование ресурсов. Коэффициент трансформации преобразования электроэнергии, выработанной на МВЭС в электроэнергию от парогазовой установки равен 36% (Рис. 2). Пока только Германия объявила о намерении строительства новых газовых электростанций (с использованием газотурбинных установок - ГТУ), которые будут работать на водороде. Помимо этого, необходимо учитывать расход специально подготовленной воды на производство водорода методом PEM электролиза (около 15 литров деионизированной воды на 1 кг водорода), а также затраты на сервис как ветряных турбин, так и ГТУ. Однако, европейское общество

готово платить высокую цену ради предотвращения изменения климата и во избежание перекладывания решения этой проблемы на будущие поколения европейцев (см. Рис. 3).



Рис. 2 Коэффициент преобразования электроэнергии

Но, человеческая мысль не стоит на месте и работы по усовершенствованию этой технологии, а также разработка новых технологий продолжается. Более того, инвестиции в водородную инфраструктуру позволят европейской промышленности сделать очередной качественный рывок, после реализации вышеобозначенных программ развития МВЭС, а также сохранить для дальнейшего коммерческого использования разветвленную газотранспортную инфраструктуру Европы.

Принимая во внимание имеющиеся запасы природного газа (см. таблица 2), водородная экономика в контексте СНГ, в краткосрочном плане имеет исключительно экспортную направленность,

Таблица 2 Утвержденные запасы природного газа и рейтинг дефицита воды

| Страна | Утвержденные запасы*, млрд. м ³ | Годовая добыча*, млрд. м ³ | Внутреннее годовое потребление*, млрд. м ³ | Показатель дефицита воды** |
|--------------|--|---------------------------------------|---|----------------------------|
| Азербайджан | 2503 | 31,8 | 12,7 | 23 |
| Казахстан | 2257 | 32 | 15,1 | 17 |
| Россия | 37391 | 701,7 | 474,6 | - |
| Туркменистан | 13601 | 79,3 | 36,7 | 25 |
| Узбекистан | 845 | 50,9 | 46,4 | 26 |

Источники: *br Статистический обзор мировой энергетики 2022г. **Рейтинг стран Aqueduct прогнозируемый дефицит воды в 2030г., Институт мировых ресурсов

Даже при нынешних немалых объемах производства и экспорта природного газа, обеспеченность Азербайджана и Казахстана составляет более 70 лет. Узбекистан находится несколько в другой ситуации, при которой есть смысл обратить внимание на Туркменистан, при нынешних объемах добычи, его обеспеченность, по самым скромным оценкам, составляет более 170 лет, т.е. если прогрессивный мир перейдет на водород, огромные ресурсы природного газа Туркменистана останутся не востребованными. Более того, в странах региона остро стоит вопрос водообеспеченности. Показатель дефицита воды, рассчитываемый Институтом мировых ресурсов, показывает уровень конкуренции между отраслями-водопользователями (коммунальная, промышленность, сельское хозяйство) за использование воды и истощение поверхностных вод (см. таблица 2). Более низкий показатель означает более высокий дефицит. Производство водорода добавит еще одну отрасль-водопользователь, а это означает еще больший уровень конкуренции и нехватку воды для третьих отраслей.

В заключение, следует отметить, что Азербайджану и Казахстану выпала уникальная возможность, учитывая интерес, проявленный крупными инвесторами и заявленные для реализации внушительные объемы ВИЭ:

- i) нарастить свой научно-технический и промышленный потенциал,
- ii) локализовать определенное оборудование и комплектующие, с учетом имеющейся в странах ресурсах (медь, цинк, алюминий), и
- iii) заложить фундамент для реиндустриализации и устойчивого развития нового поколения, в гармонии с окружающей средой.

Странам региона необходимо консолидировать свои людские и материально-технические ресурсы, промышленность, наладить совместную цепочку поставок для своевременной реализации этих проектов, т. е. подойти с точки зрения регионального развития (подобно проектам Саммит Северного моря – Остендская декларация, или Декларация стран Балтийского моря). В противном случае, Европа будет закупать водород у африканских стран, которые заявили о планах реализации водородных проектов общей мощностью 144 ГВт, и у Саудовской Аравии, которая уже начала физическую реализацию гигантского проекта по производству «зеленого» водорода – NEOM.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пресс-релиз Еврокомиссии о «REPowerEU Plan» от 18 мая 2022г., https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131
2. Sufficiency, sustainability, and circularity of critical materials for clean hydrogen. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2022.
3. EU Rules for renewable hydrogen. Delegated regulations on a methodology for renewable fuels on non-biological origin, April 2023.
4. Место под ветром, Искандер Буранов. Экономическое обозрение, №12 (204) 2016г.
5. Speeding up the build-out of wind energy is Europe’s best defense, Giles Dickson, PES – Power and Energy Solution, Issue 1, 2023.
6. Renewables: Meeting Energy Demand in All Sectors, SPIREC-2023, Daily Report, February 20, 2023.
7. Electrolyse the world, Andrea Valentino. World Wind Technology, Issue Two, 2022.
8. br Статистический обзор мировой энергетики 2022г.
9. Рейтинг стран Aqueduct прогнозируемый дефицит воды в 2030г., World Resources Institute, 2023.
10. Азербайджан развивает чистую и зеленую энергетику. Промышленно-инжиниринговый вестник континента “Индустрия Евразии”, №3 осень 2022г.

