

Водородная энергетика и перспективы ее развития

Линник Юрий Николаевич

Д-р техн. наук, проф. каф. экономики и управления в топливно-энергетическом комплексе
ORCID: 0000-0003-3968-0026, e-mail: yn_linnik@guu.ru

Фаляхова Евгения Дамировна

Студент, ORCID: 0000-0003-2502-8440, e-mail: falyakhova2017@yandex.ru

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

Аннотация

Статья посвящена водороду как перспективному источнику для получения экологически чистой энергии. Уделено внимание развитию водородной энергетики как в мире, так и отдельно в Российской Федерации. Рассмотрен накопленный международный опыт по производству водородного топлива. В статье упомянуты различные способы добычи и получения водорода для его использования в качестве топлива. Электролиз воды отмечен как перспективный способ добычи водорода в силу своей экологичности. Особое внимание в данной работе уделено современной ситуации в мировом топливно-энергетическом комплексе, а именно внедрению водородного топлива. С этой целью были рассмотрены всевозможные линии поставки водорода в дружественные страны, которые могут быть потенциальными союзниками России в отрасли водородной энергетики.

Ключевые слова

Водородная энергетика, водород, топливо, экология, политическая ситуация, санкции

Для цитирования: Линник Ю.Н., Фаляхова Е.Д. Водородная энергетика и перспективы ее развития // Вестник университета. 2023. № 4. С. 33–39.

Hydrogen energy and prospects for its development

Yuri N. Linnik

Dr. Sci. (Engr.), Prof. at the Economics and Management in the Fuel and Energy Complex Department
ORCID: 0000-0003-3968-0026, e-mail: yn_linnik@guu.ru

Evgeniya D. Falyakhova

Student, ORCID: 0000-0003-2502-8440, e-mail: falyakhova2017@yandex.ru

State University of Management, Moscow, Russia

Abstract

The article is devoted to hydrogen as a promising source for obtaining clean energy. Attention is paid to the development of hydrogen energy both in the world and separately in the Russian Federation. The accumulated international experience in the production of hydrogen fuel is considered. The article mentions various methods of extracting hydrogen for its use as a fuel. Water electrolysis is noted as a promising method of hydrogen production due to its environmental friendliness. Particular attention in this article is paid to the current situation in the world in the fuel and energy complex, namely, the introduction of hydrogen fuel. For this, all possible lines of hydrogen supply to friendly countries that could be potential allies of Russia in the hydrogen energy industry are considered.

Keywords

Hydrogen energy, hydrogen, fuel, ecology, political situation, sanctions

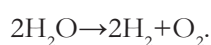
For citation: Linnik Yu.N., Falyakhova E.D. (2023) Hydrogen energy and prospects for its development. *Vestnik universiteta*, no. 4, pp. 33–39.

ВВЕДЕНИЕ

Водородная энергетика в настоящее время – перспективный вид топлива во всем мире. Общество стремится к улучшению экологической ситуации, поэтому водородная энергетика, как одно из решений данной проблемы, выходит на новый уровень. Развивающиеся и развитые государства заинтересованы во внедрении водорода как основного инновационного вида топлива. Поэтому уже сейчас создано большое количество пилотных проектов для масштабного производства водорода во многих странах мира. Так, уже существует большое количество способов получения водорода для нужд энергетики, основными из которых являются:

- электролиз воды;
- паровая конверсия метана;
- газификация угля;
- пиролиз.

Из данного списка самым экологичным источником получения водорода является вода, при электролизе которой под воздействием электричества выделяется только чистый водород (H_2) и кислород (O_2):



Единственным минусом данного способа является то, что для получения водорода необходимо использовать электроэнергию, для выработки которой, собственно, и получают водород.

РАЗВИТИЕ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ

Водородная энергетика является одним из ключевых направлений программ по развитию возобновляемых источников энергии на фоне глобального стремления к декарбонизации. На данный момент общий объем производства водорода оценивается в диапазоне 55–70 млн т. Среднегодовой темп роста невелик – около 1,6 % [1]. Мир в целом только развивается в направлении альтернативной и возобновляемой энергетики, поэтому темп роста не может быстро увеличиться, ведь технологии, помогающие развиваться данной отрасли, также находятся на стадии внедрения. Ускорению возможности развития и внедрения водородной энергетики способствовало Парижское соглашение, принятое 12 декабря 2015 г. и вступившее в силу 4 ноября 2016 г. В нем можно выделить два обязательства, касающихся всех стран, подписавших данное соглашение [2].

1. Страны обязаны в период с 2050 г. по 2100 г. ограничить выброс парниковых газов до такого объема, который экосфера способна переработать самостоятельно (без вмешательства человека).
2. Развитые страны обязаны выделять деньги в специальный климатический фонд для помощи бедным странам в борьбе с последствиями климатических изменений, а также во внедрении возобновляемой энергетики на территории бедных стран для улучшения экологической ситуации на данных территориях.

Китай, Япония, США, Германия и другие развитые в промышленном отношении государства поддержали данную инициативу. В Японии внедрение водорода началось раньше остальных развитых стран, а именно в 2017 г. Внедрению водорода как Японией, так и другими странами, развивающими водородную энергетику, способствовало стремление к достижению декарбонизации, так как большая концентрация углекислого газа в атмосфере способствует ускорению глобального потепления. Российская Федерация присоединилась к Парижскому соглашению в 2019 г. Также распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р утвержден план мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 г. [1–5].

Многие страны, в том числе и Россия, начали активно осваивать технологии получения водорода из природного газа («голубой» водород). Такой водород хотя и является менее экологичным по сравнению с чистым («зеленым») водородом, получаемым из обычной воды, но технология его промышленного производства к настоящему моменту уже отработана и является менее затратной по сравнению с «зеленым» водородом, способ получения которого в промышленных масштабах еще не отработан. Основой для получения «голубого» водорода является метан, а его себестоимость составляет 2–5 долл. США за 1 кг водорода против себестоимости зеленого водорода – 5–7 долл. США за 1 кг водорода [1; 6; 7].

В настоящее время структура потребления водорода выглядит следующим образом [8]:

- 1) нефтеперерабатывающие заводы – 31 % (гидрокрекинг, гидроочистка);
- 2) химическая промышленность – 63 % (аммиак, метанол, полимеры, полиуретаны, оксо-спирты, жирные кислоты, синтетический природный газ – synthetic natural gas, SNG);
- 3) обработка – 6 % (прямое восстановление железной руды, формовочный и защитный газ, добыча газа);
- 4) сжиженный водород – < 1 % (ракетное топливо, автомобильное топливо, полупроводниковая промышленность).

Процент энергетического использования водорода невелик – примерно 1–2 % от общих объемов потребления данного ресурса. На сегодняшний день главными направлениями для использования водорода являются нефтеперерабатывающая и химическая промышленности.

РАЗВИТИЕ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. [9] и утвержденной Правительством Российской Федерации «дорожной карте» по развитию водородной энергетики до 2024 г. определены главные задачи по развитию водородной энергетики. Этот план действий направлен на развитие и внедрение водорода в качестве экологически чистого энергоносителя в различные сферы общества. Также «дорожная карта» будет способствовать включению России в число мировых лидеров по производству и экспорту водорода.

По данным аналитического исследования группы «Деловой профиль» можно дать объективную оценку роста производства и потребления водорода к 2030 г.: увеличение спроса на нефтепродукты будет способствовать увеличению спроса на водород, который используется при нефтепереработке. Поэтому ожидается, что спрос на водород к 2030 г. вырастет на 8 % по сравнению со спросом на сегодняшний день. Российский спрос на водородное топливо к 2030 г. приблизится к отметке 200 тыс. т в год, что свидетельствует о том, что страна нацелена внедрять водород в больших объемах, как один из наиболее экологически чистых видов топлива.

Для скорейшего и менее рискованного внедрения водородной энергетики страны начали объединять свои усилия для разработки передовых технологий по добыче водорода. Потенциальными партнерами для России в данном направлении традиционно считаются Германия, Китай, Корея и Япония [10–13]. Но в связи с нынешней политической ситуацией планы по дальнейшему сотрудничеству с Россией у этих государств очень сильно изменились. Единственная страна, с которой Россия продолжает сотрудничество в области водородной энергетики, – это Китай, с которым у России не только налажены хорошие дипломатические отношения, но и развивается сотрудничество в области инноваций. Такие отношения могут стать «окном возможностей» для России, но реализовывать их для производства водородного топлива необходимо как можно быстрее, так как в планах у Китая создание Китайского водородного альянса (англ. The China Hydrogen Alliance), который поможет Китаю обойтись при производстве водорода без чьей-либо помощи.

Другими потенциальными партнерами России в области водородной энергетики могут быть:

- 1) страны Латинской Америки (2 млн т водорода в год);
- 2) африканские страны (2,2 млн т водорода в год);
- 3) страны Ближнего Востока (3,2 млн т водорода в год);
- 4) Китай (25 млн т водорода в год) [8].

С Латинской Америкой и Ближним Востоком проблем, возможно, не будет. Но к странам Африки, как к своим бывшим колониям, может проявить интерес Франция, ведь большая часть северной Африки, которая сейчас является наиболее развитой, исторически была под властью Франции.

При выстраивании международного сотрудничества по получению водорода не стоит забывать и о внутренних инвестициях в данную область энергетики. Ведь развитие новейших технологий и получение обнадёживающих результатов внутри своей страны привлечет инвесторов, что будет способствовать скорейшему внедрению инноваций в промышленность.

Одним из драйверов роста использования водорода является общественный транспорт и грузоперевозки. Замена бензина и дизельного топлива в транспорте сможет существенно улучшить и экологическую ситуацию в стране, так как очень большое количество вредных выбросов в атмосферу приходится именно на транспорт [14].

В России продолжается стремительное развитие водородной энергетики, которое способствует переходу топливно-энергетического комплекса страны на новый уровень [15]. На это указывает принятая Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г., а также «дорожные карты», принятые Правительством Российской Федерации до 2024 г., в которых прописывается план постепенного развития и внедрения водорода в различные сферы не только России, но и в экономические сферы дружественных стран [4; 5; 9]. Российские компании, такие как ГК «Росатом» и ПАО «Газпром», внедрили большое количество проектов для реализации водородной энергетики в различных отраслях. Приведем несколько примеров [8].

1. Соглашение между ГК «Росатом», ОАО «РЖД» и АО «Трансмашхолдинг» о сотрудничестве по проекту о внедрении поездов на водородных топливных элементах (соглашение подписано в 2019 г.).

2. АО «Русатом Оверсиз» и Агентство по природным ресурсам и энергетики Министерства экономики, торговли и промышленности Японии подписали соглашение о сотрудничестве в сфере совместной разработки в 2020–2021 гг., а также об экспорте водорода (соглашение подписано в 2019 г.).

3. Группой «Газпром» ведется работа над созданием полностью безуглеродных технологий производства водорода из природного газа. Инновационная технология разложения природного газа в неравновесной низкотемпературной плазме на водород и углерод рассматривается в качестве перспективной технологии.

Данные примеры указывают на своевременное выполнение плана перехода к возобновляемой энергетике, в частности водородной. Но, стоит отметить, что сейчас в России существуют экономические и технические барьеры для добычи и транспортировки водорода. К ним относят:

- отсутствие необходимой инфраструктуры для хранения и транспортировки водорода;
- высокие затраты на транспортировку водорода;
- ограниченность нормативно-правовой базы в области водородной энергетики.

Данные проблемы необходимо устранять, потому что любой барьер в области водородной энергетики – это фактор, замедляющий развитие этой отрасли. Если страна будет очень долго внедрять новые технологии, то это приведет к ее отсталости в развитии водородной энергетики и невозможности сотрудничества с потенциальными партнерами в данной отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день большую долю в топливно-энергетическом комплексе занимают традиционные энергоресурсы: нефть, газ и уголь. Главной причиной внедрения возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) является неблагоприятная экологическая ситуация в мире. Так как сами ВИЭ и технологии, способствующие их выработке, находятся на стадии разработки, то говорить о полном отказе от традиционных источников энергии на данный момент нельзя. Об этом свидетельствует и нынешняя ситуация, сложившаяся в мире и, прежде всего, в европейских странах: из-за нехватки возобновляемых источников энергии и природного газа они вынуждены наращивать использование традиционных источников энергии для выработки тепло- и электроэнергии. Таким образом, энергетическая ситуация в мире указывает на нецелесообразность, по крайней мере, в ближайшем будущем, полного перехода от традиционных энергоресурсов на ВИЭ. Водород – экологически чистый энергоресурс, который в дальнейшем может занять значительную долю в топливно-энергетическом комплексе. Но пока рано говорить о быстрой переориентировке на водород, поскольку одним из главных условий для его широкого внедрения как энергоресурса является оптимальное сочетание экологической чистоты водорода и его относительной дешевизны, а это еще не достигнуто.

Библиографический список

1. Линник Ю.Н., Линник В.Ю. *Энергосбережение и энергоэффективность: монография*. Москва: РуСайнс; 2022. 334 с.
2. Организация Объединенных Наций. *Парижское соглашение*. <https://unfccc.int/ru/informaciya-ob-onuv/chto-takoe-parizhskoe-soglasenie> (дата обращения: 17.01.2023).
3. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. *Атлас российских водородных проектов*. https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!atlas_rossiyskih_vodorodnyh_proektov (дата обращения: 17.01.2023).
4. Правительство Российской Федерации. *Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации*. <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf> (дата обращения: 17.01.2023).

5. Министерство энергетики Российской Федерации. *План мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года»*. <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/19194/126275> (дата обращения: 17.01.2023).
6. Макарян И.А., Седов И.В. Оценка экономической эффективности масштабов получения водорода различными методами. *Российский химический журнал*. 2021;65(1):62–76. <https://doi.org/10.6060/rcj.2021651.7>
7. Сосна М.Х., Масленникова М.В., Крючков М.В., Пустовалов М.В. «Зеленый» и/или «голубой» водород. *Нефтегазохимия*. 2020;3-4:21–23. <https://doi.org/10.24412/2310-8266-2020-3-4-21-23>
8. Группа «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» | MGI Worldwide. *Развитие водородной энергетики в России: новая энергополитика*. https://delprof.ru/upload/iblock/eef/DelProf_Analitika_Vodorodnaya-energetika.pdf (дата обращения: 17.03.2023).
9. Министерство энергетики Российской Федерации. *Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года*. <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 17.01.2023).
10. Милкин В., Волобуев А. Российские компании могут пересмотреть планы по водородной энергетике. *Ведомости*. Воскресенье 24 апреля 2022. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/04/25/919530-plani-po-vodorodnoi-energetike> (дата обращения: 17.01.2023).
11. Халбашкеев А. Водород: в борьбе за звание топлива будущего. *Нефтегазовая промышленность*. 2022;1(1):8–15. <https://nprom.online/trends/vodorod-toplivo-budushhego/> (дата обращения: 17.01.2023).
12. Мастепанов А.М. Водородная энергетика России: состояние и перспективы. *Энергетическая политика*. 2022;12:54–65. https://doi.org/10.46920/2409-5516_2020_12154_54
13. Арутюнов В.С., Стрекова Л.Н. Потенциал водородной энергетики и возможные следствия ее реализации. *Нефтегазохимия*. 2021;1-2:8–11. <https://doi.org/10.24412/2310-8266-2021-1-2-8-11>
14. РБК Тренды. *Водородная энергетика России и Европы: перспективы рынка на \$700 млрд*. <https://trends.rbc.ru/trends/green/5ef46e379a7947a89c25170d> (дата обращения: 17.01.2023).
15. Национальная Ассоциация нефтегазового сервиса. *Путин: Водород – лучший источник энергии, чем солнце и ветер*. <https://nangs.org/news/renewables/hydrogen/putin-vodorod-luchshij-istochnik-energii-chem-solntse-i-veter> (дата обращения: 17.01.2023).

References

1. Linnik Yu.N., Linnik V.Yu. *Energy saving and energy efficiency: monograph [Energoberezhenie i energoeffektivnost': monografiya]*. Moscow: RuScience; 2022. (In Russian).
2. United Nations. *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/ru/informaciya-ob-onuv/chto-takoe-parizhskoe-soglasenie> (accessed 17.01.2023).
3. The Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation. *Atlas of Russian hydrogen projects*. https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#latlas_rossiyskih_vodorodnyh_proektov (accessed 17.01.2023). (In Russian).
4. The Government of the Russian Federation. *The concept of hydrogen energy development in the Russian Federation*. <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqVsexl.pdf> (accessed 17.01.2023). (In Russian).
5. Ministry of Energy of the Russian Federation. *“Development of hydrogen energy in the Russian Federation until 2024” action plan*. <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/19194/126275> (accessed 17.01.2023). (In Russian).
6. Makaryan I.A., Sedov I.V. Economic efficiency of the scale of hydrogen production by different methods. *Russian Chemical Journal [Rossiiskii khimicheskii zhurnal]*. 2021;65(1):62–76. <https://doi.org/10.6060/rcj.2021651.7> (in Russian).
7. Sosna M.H., Maslennikova M.V., Kryuchkov M.V., Pustovalov M.V. “Green” and/or “blue” hydrogen. *Oil & gas chemistry*. 2020;3-4:21–23. <https://doi.org/10.24412/2310-8266-2020-3-4-21-23> (in Russian).
8. DELOVOY PROFIL group | MGI Worldwide. *Development of hydrogen energy in Russia: new energy policy*. https://delprof.ru/upload/iblock/eef/DelProf_Analitika_Vodorodnaya-energetika.pdf (accessed 17.01.2023). (In Russian).
9. Ministry of Energy of the Russian Federation. *Energy Strategy of the Russian Federation until 2035*. <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (accessed 17.01.2023). (In Russian).
10. Milkin V., Volobuev A. Russian companies may reconsider plans for hydrogen energy. *Vedomosti*. Sunday April 24, 2022. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/04/25/919530-plani-po-vodorodnoi-energetike> (accessed 17.01.2023). (In Russian).
11. Khalbashkeev A. Hydrogen: in the struggle for the title of fuel of the future [Vodorod: v bor'be za zvanie topliva budushchego]. *Oil and gas industry [Neftegazovaya promyshlennost']*. 2022;1(1):8–15. <https://nprom.online/trends/vodorod-toplivo-budushhego/> (accessed 17.01.2023). (In Russian).
12. Mastepanov A.M. Hydrogen power engineering in Russia: state and prospects. *Energy Policy*. 2022;12:54–65. https://doi.org/10.46920/2409-5516_2020_12154_54 (In Russian).
13. Arutyunov V.S., Strekova L.N. The potential of hydrogen energy and possible consequences of its implementation. *Oil & gas chemistry*. 2021;1-2:8–11. <https://doi.org/10.24412/2310-8266-2021-1-2-8-11> (in Russian).

14. RBC Trends. *Hydrogen energy in Russia and Europe: prospects for the \$700 billion market*. <https://trends.rbc.ru/trends/green/5ef46e379a7947a89c25170d> (accessed 17.01.2023). (In Russian).
15. National Association of Oil and Gas Service (NANS). *Putin: Hydrogen is a better source of energy than the sun and wind*. <https://nangs.org/news/renewables/hydrogen/putin-vodorod-luchshij-istochnik-energii-chem-solntse-i-veter> (accessed 17.01.2023). (In Russian).