

# ДЕСЯТИЛЕТИЕ ВОДОРОДА

Мировая гонка за чистым водородом предполагает новые геополитические реалии и взаимозависимость

Тейс Ван де Граф

Если 1990-е годы были десятилетием ветроэнергетики, 2000-е — десятилетием солнечной генерации, а после 2010-го года началось десятилетие аккумуляторов, то 2020-е годы могут вывести нас на новый рубеж энергетического перехода — водород. Практически каждую неделю появляются новости о громких проектах и достижениях в этой сфере. Только за последние пять лет более 30 стран разработали или начали готовить национальные стратегии в отношении водорода (IEA, 2022). Основным мотивом послужили цели Парижского соглашения по климату, но переходу на более чистые виды топлива способствуют также война России в Украине и резкий рост цен на газ. Важную роль играют также задачи экономического развития и промышленная политика.

Чистый водород может в корне изменить привычную геополитику энергетики. Вокруг чистого водорода и таких его производных, как аммиак, могут возникнуть новые торговые маршруты. Страны, для которых типична солнечная и ветреная погода, способны стать крупными экспортерами «зеленого» топлива и центрами «зеленой» индустриализации. По мере того как государства развернут борьбу за технологическое лидерство в ключевых сегментах водородной цепочки добавленной стоимости, может усилиться промышленная конкуренция. В целом расширение масштабов использования чистого водорода может привести к серьезному геэкономическому соперничеству, появлению новых альянсов и совместных проектов, а также к формированию новых цен-

тров влияния в будущих местах сосредоточения производства и применения водорода.

## Перспективы использования водорода

Водород, мельчайшая молекула во вселенной, обладает огромным потенциалом в качестве чистого топлива для мирового энергетического перехода. Этот газ можно сжигать в двигателе или использовать в топливных элементах автомобилей, с его помощью можно вырабатывать электроэнергию и тепло. Водород может использоваться как сырье для промышленности и один из составных элементов других химических продуктов, таких как аммиак (один из важнейших компонентов удобрений) и метанол (который используется в производстве пластмасс). Водород и его производные могут храниться в емкостях и соляных кавернах неограниченно долго, а значит они могут стать одним из важнейших решений проблемы долговременного хранения энергии.

Что особенно важно, водород во всех этих качествах способен заменить ископаемое топливо без выбросов углекислого газа. Как и электричество, водород является углеродно-нейтральным энергоносителем, при этом он обладает преимуществами, когда речь идет о декарбонизации секторов, которые трудно перевести на электрическую энергию, таких как тяжелая промышленность, дальние перевозки или сезонное хранение. Большинство сценариев декарбонизации предполагают, что в достижении углеродной нейтральности к середине века одну



из ключевых ролей должен сыграть именно водород. Например, по прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА) и Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), к 2050 году за счет водорода будет удовлетворяться 12–13 процентов конечного спроса на энергию (сейчас его доля, по сути, равна нулю).

Вокруг водорода уже сформировалась крупная отрасль, но у сегодняшнего рынка водорода есть три черты, которые вскоре должны радикально измениться: сегодня водород по-прежнему в основном добывают из ископаемого топлива без применения технологий улавливания, использования и хранения углерода, применяют почти исключительно в качестве промышленного сырья и производят и потребляют, как правило, на месте. Чтобы водород оправдал ожидания и стал тем самым недостающим звеном в переходе к чистой энергетике, каждый из этих этапов цепочки добавленной стоимости должен быть в корне пересмотрен. Производство водорода должно перейти на более чистые источники, его потребление — распространиться на новые сектора, а сам водород и его производные могли бы стать энергоносителями, торговля которыми ведется в мировых масштабах.

## Водородные баталии

Однако на пути к чистому водороду по-прежнему много противоречий. Все упирается в две основные проблемы: как его производить и в каких отраслях использовать.

Если говорить о производстве, есть два основных способа получения чистого водорода — «зеленый» водород из возобновляемых источников энергии и «голубой» водород из природного газа с применением технологий улавливания и хранения  $\text{CO}_2$ . В свое время «зеленый» водород стоил в два-три раза дороже «голубого», но это было до нынешнего взлета цен на газ. Более того, производство «зеленого» водорода обладает наибольшим потенциалом снижения себестоимости. Появляется все больше прогнозов, согласно которым к концу десятилетия «зеленый» водород может стать дешевле как «голубого», так и «серого» водорода (производимого из ископаемого топлива без улавливания и хранения  $\text{CO}_2$ ).

Оба подхода вызывают споры. Для производства «зеленого» водорода энергия из возобновляемых источников может перенаправиться с других видов применения. В связи с этим ведутся дискуссии о введении критерия «дополнительности» — то есть о том, что «зеленым» водород можно называть только в том случае, если на его производство идет энергия из возобновляемых источников, которая не была бы выработана или использована для других нужд. Кроме того, в некоторых регионах такое производство может усугубить нехватку водных ресурсов. Как известно, самые солнечные регионы обычно являются и самыми засушливыми. «Голубой» водород, в свою очередь,

вызывает опасения, связанные с возможными утечками метана, недостаточным улавливанием  $\text{CO}_2$  и закреплением использования инфраструктуры ископаемого газа. Другие производственные решения, связанные, например, с использованием атомной энергии или биотоплива, столь же неоднозначны.

Похожие споры возникают и в связи с потреблением. Водород иногда называют швейцарским армейским ножом энергетического перехода: с одной стороны, его можно использовать практически для всего, с другой — это не всегда лучший инструмент. Использование водорода зачастую является менее энергоэффективным решением, чем прямая электрификация. Например, требуется в два-три раза больше ветрогенераторов, чтобы преодолеть на водородном автомобиле такое же расстояние, как на электромобиле (Transport & Environment, 2020). Некоторым трудно поддающимся декарбонизации секторам, таким как сталелитейная промышленность, грузоперевозки и авиация, придется переходить на водород или его производные — тут двух мнений быть не может. В этих областях его применение полностью оправданно. Однако неизбирательное применение водорода может замедлить энергетический переход.

## Технологическое лидерство

В последние годы политическая поддержка чистого водорода увеличилась, чему способствовали расходы на восстановление после пандемии COVID-19 и вторжение России в Украину. Компании, делающие ставку на чистый водород, привлекают рекордные объемы финансирования, а инвестиции в чистый водород, по данным МЭА, достигли полумиллиарда долларов в год. Страны ведут борьбу за лидерство в отрасли, объем которой через одно-два десятилетия может достигнуть многих миллиардов долларов.

Эти геоэкономические расчеты начинают влиять на политику в отношении водорода. Так, в Европе опасаются, что доминировать в водородной отрасли будет Китай, который уже лидирует в производстве солнечных фотоэлектрических установок и аккумуляторов и добыче редкоземельных элементов. Поэтому многие национальные водородные стратегии являют собой инструмент не только декарбонизации, но и промышленной политики. Государства стратегически заинтересованы в том, чтобы в таких критически важных областях энергетического перехода не заимствовать чужие технологии, а создавать свои.

Самым ценным звеном водородной цепочки добавленной стоимости могут стать электролизеры, необходимые для производства «зеленого» водорода. Как и солнечные фотоэлектрические установки, электролизеры представляют собой технологию с высокой степенью модульности, освоение которой требует немалых усилий. Возможно, сегодня электролизеры находятся на том же этапе, где фотоэлектрические технологии были 10–15 лет назад, — на пороге перехода от нишевого к массовому

товару. При том что ситуация в этой формирующейся отрасли остается весьма подвижной, китайские электролизеры, по данным Bloomberg New Energy Finance, на 75 процентов дешевле тех, что производятся на Западе.

Меры поддержки чистого водорода ввели многие страны и регионы, однако США недавно превзошли всех, приняв «Закон о снижении инфляции». Благодаря предусмотренным в нем щедрым налоговым скидкам (3 доллара за 1 кг) американский возобновляемый водород станет самым дешевым водородом в мире. Этот закон, вероятно, повлиял на принятое Европейским парламентом в сентябре решение смягчить правила в отношении дополнительности для «зеленого» водорода на фоне предупреждений со стороны представителей данного сектора о возможности массового перемещения этой отрасли промышленности в США.

## Мечты об экспорте

Благодаря водороду и его производным может начаться переосмотр отношений в сфере торговли энергоносителями. Некоторые регионы, особенно в Европе и Северо-Восточной Азии, готовятся стать крупными импортерами водорода. Другие, напротив, мечтают о том, что станут крупными экспортерами или даже, как в случае Австралии, превратятся в сверхдержавы возобновляемой энергетики.

У экспортеров ископаемого топлива, таких как Австралия и страны Ближнего Востока и Северной Африки, есть ряд преимуществ: они могут использовать свои сложившиеся связи на энергетическом рынке, квалифицированную рабочую силу и сформировавшуюся инфраструктуру для развития экспорта чистого водорода. Для них это привлекательный способ диверсифицировать экономику, при этом оставаясь экспортером энергоресурсов.

Однако было бы наивно полагать, что на смену рента, извлекаемой из ископаемого топлива, придет водородная рента, которая обеспечит этим странам те же геополитические преимущества. В отличие от нефти и газа, водород — продукт обрабатывающей промышленности. Его можно изготавливать везде, где есть электричество и вода. Даже когда его производят из природного газа, это все равно не добыча, а переработка. Таким образом, водород — это не безуглеродная версия нефти.

Водород может в большей степени изменить геополитическую ситуацию для стран, которые в настоящее время импортируют ископаемые виды топлива, но обладают огромным потенциалом в сфере возобновляемой энергетики, таких как Марокко, Намибия и Чили. Немецкий консорциум разрабатывает в Намибии проект по производству «зеленого» водорода стоимостью 9,4 миллиарда долларов США, что примерно соответствует всему ВВП страны. Египет, принявший у себя 27-ю Конференцию сторон РКИК ООН (КС-27), только в этом году заручился

обязательствами инвестировать более 40 миллиардов долларов США в проекты по производству «зеленого» водорода и «зеленого» аммиака. Среди всех континентов Африка обладает наибольшим техническим потенциалом для производства дешевого «зеленого» водорода.

## Управление переходом

Чтобы применение чистого водорода вышло на нужный уровень, необходимо преодолеть множество препятствий, что требует международного управления. Выделю только три задачи.

*Во-первых, себестоимость должна еще снизиться, а объем производства — вырасти.* Правительства могут помочь снизить риски инвестиций в чистый водород, создав устойчивый спрос в секторах, где переход на него не вызывает сомнений. При этом могут использоваться такие инструменты политики, как госзакупки и углеродные «контракты на разницу цен».

*Во-вторых, необходимо ввести согласованные стандарты, процедуры сертификации и наблюдения, обеспечивающие безопасность, взаимную операционную совместимость и экологичность на всем протяжении цепочки добавленной стоимости чистого водорода.* Речь должна идти не только о предотвращении утечек водорода или сокращении выбросов, но и о других вопросах, таких как влияние на водную безопасность.

*В-третьих, странам с развивающейся экономикой следует оказывать финансовую и технологическую помощь, чтобы они смогли воспользоваться преимуществами бума на рынке «зеленого» водорода.* Проблема в том, что страны с развивающейся экономикой, хорошо обеспеченные энергией ветра и солнца, рассматриваются исключительно как поставщики молекул «зеленой» энергии для центров промышленного спроса в странах глобального Севера, а не как перспективные площадки для полноценной «зеленой» индустриализации.

О водороде давно говорят как о топливе будущего. В это десятилетие он наконец может стать топливом настоящего. Остается еще много нерешенных вопросов, однако при правильном подходе революция чистого водорода может стать важным шагом к достижению трех важнейших целей: укрепление климатической стабильности, энергетической безопасности и мировой справедливости. **ФР**

**ТЕЙС ВАН ДЕ ГРАФ** — доцент Гентского университета, Бельгия. Он был ведущим автором доклада агентства IRENA «Геополитика энергетической трансформации: фактор водорода».

## Литература:

International Energy Agency (IEA). 2022. "Global Hydrogen Review 2022." IEA and Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Transport & Environment. 2020. "Electrofuels? Yes, We Can... If We're Efficient." Briefing, December. Brussels.