

# Поможет ли водород в декарбонизации планеты

## От продвижения национальных интересов ЕС – к взаимовыгодному сотрудничеству с Россией



Еврокомиссия надеется адаптировать газотранспортную систему под альтернативное топливо.

Фото с сайта www.ec.europa.eu

Андрей Конопляник

Принятый в 2019 году «Зеленый курс» ЕС поставил целью достижение углеродной нейтральности ЕС к 2050 году, опираясь на развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и декарбонизированных газов, в первую очередь водорода (H<sub>2</sub>). При этом в «Водородной стратегии ЕС» от 8 июля 2020 года ставка делается на «возобновляемый» H<sub>2</sub>, получаемый методом электролиза с использованием (главным образом – избыточной) электроэнергии ВИЭ. Однако в ЕС признано, что прогнозные объемы «возобновляемого» H<sub>2</sub> к 2050 году будут недостаточно для достижения поставленной цели нулевых выбросов. Поэтому допускается как импорт H<sub>2</sub>, так и его производство из природного газа. Последнее – исключительно методами парового риформинга метана (ПРМ) с обязательным применением технологий улавливания и захоронения CO<sub>2</sub> (CCS). При этом жестко заявлено, что H<sub>2</sub> из природного газа – это лишь временный (нежелательный, но вынужденный) попутчик для «возобновляемого» H<sub>2</sub>. Таким образом, вся водородная философия ЕС в части источников H<sub>2</sub> свелась к получению в итоге только «возобновляемого» H<sub>2</sub> как внутри ЕС, так и из-за рубежа. Поэтому все доступные финансовые ресурсы ЕС в рамках разнообразных инструментов поддержки восстановления роста в энергетической сфере сконцентрированы исключительно на развитии ВИЭ и «возобновляемого» H<sub>2</sub> (плюс биогазов). А развитие публичной деятельности, в частности – в водородной сфере, приобрело буквально «взрывной» характер.

### Внешнеэкономическая позиция Европы

Водородная стратегия ЕС (и его стран-членов, активно развивающих водородное направление в экономике, – в первую очередь ФРГ) опирается на два ключевых постулата: внутреннее производство «возобновляемого» H<sub>2</sub> и его импорт. Национальный бизнес ЕС стал немедленно (причем даже с упреждением) подстраиваться, точнее, встраиваться в узкий коридор «допустимых решений» в рамках декарбонизационной политики ЕС, под который будут выделяться вновь, как это было ранее с ВИЭ, огромные средства господдержки. Они фактически централизуются в рамках частно-государственного партнерства «Альянс чистого водорода», деятельность которого начата с принятием «Водородной стратегии ЕС» в июле этого года и в который входит уже более 250 участников. Поэтому два основных направления такого встраивания – это развитие ВИЭ и электролизеров большой мощности (гигаваттного уровня с сегодняшнего мегаваттного), с одной стороны, и дальнего транспорта H<sub>2</sub> – с другой.

При этом, чтобы сделать внутреннее производство «возобновляемого» H<sub>2</sub> в ЕС максимально эффективным, европейским производителям оборудования (элек-

тролизеров большой мощности) нужно иметь масштабный рынок сбыта – как внутри ЕС, так и за его пределами, чтобы реализовать и «эффект масштаба (концентрации)», и эффект «кривой обучения», обеспечивающие снижение удельных затрат по мере роста единичных мощностей оборудования и накопления опыта его эксплуатации. На это и нацелена концепция внешнеэкономического сотрудничества с соседними странами в области водородной энергетики, продвигаемая ЕС, его государствами-членами (например, ФРГ) и их бизнес-ассоциациями (например, Германско-российской внешнеторговой палатой, Восточным комитетом – Восточноевропейским объединением немецкой экономики) в этой сфере. На это выделяются значительные бюджетные средства поддержки. Например, в ФРГ в рамках «Национальной водородной стратегии», опубликованной в июне 2020 года, для продвижения интересов германского бизнеса за рубежом правительство выделяет 2 из 9 млрд евро – для содействия созданию крупных производств, начиная с крупномасштабных пилотных установок (понятно, что речь идет в первую очередь об электролизерах), на основе технологий и оборудования «Сделано в Германии».

Россия не упомянута в «Водородной стратегии ЕС» – в ее внешнеэкономическом разделе говорится о сотрудничестве со странами Северной Африки и Украины по производству там «возобновляемого» H<sub>2</sub> и его дальнего транспорта в ЕС. Но аналогичным образом в обсуждениях перспектив декарбонизации Европы и возможного российского в нем участия (лишь в конце ноября – первой половине декабря таких мероприятий разного уровня состоялось около дюжины как в формате РФ–ЕС и РФ–ФРГ, так и чисто внутрироссийских) зачастую таким же образом предлагается выстраивать и взаимоотношения РФ–ЕС: экспортировать в ЕС H<sub>2</sub> (или метано-водородные смеси – МВС) на основе развития его производства внутри РФ методами электролиза на базе ГЭС и АЭС либо методами ПРМ+CCS на базе газовых месторождений РФ в основных регионах добычи (Надым-Пур-Таз, Ямал). При этом во втором случае предлагается закачивать CO<sub>2</sub> в продуктивные пласты нефтяных месторождений Западной Сибири для повышения нефтеотдачи. Это неизбежно означает дальний транспорт H<sub>2</sub>/МВС и предопределяет глубокую модернизацию, а фактически полную замену существующей трансконтинентальной газотранспортной системы (ГТС) РФ–ЕС с метана под H<sub>2</sub>/МВС, причем большей частью – за пределами ЕС, то есть внутри территории России (см. рис. 1).

Значит, сторонникам этой идеи для ее дальнейшего продвижения необходимо показать (или, лучше, доказать) техническую доступность, а значит, вполне реализуемый характер задачи дальнего транспорта H<sub>2</sub> – из РФ в ЕС. И продвижение этой идеи началось исподволь и довольно заблаговременно, еще до официального

обнародования в июле этого года «Водородной стратегии ЕС».

### Дальний транспорт сырья

В апреле 2020 года появилось исследование ассоциации «Европейский водород», в котором обосновывалась необходимость развития мощностей по производству «возобновляемого» H<sub>2</sub> в ЕС к 2030 году в объемах 40 ГВт установленной мощности электролизеров внутри ЕС и еще 40 ГВт – вне ЕС, в первую очередь в Северной Африке (Марокко) и в Украине. Оттуда этот H<sub>2</sub> должен будет транспортироваться в ЕС по трубопроводам высокого давления – по существующей газотранспортной системе (ГТС),

развитие инфраструктуры H<sub>2</sub>, во главе с производителем энергетического оборудования компанией «Сименс» выпустили исследование «Инфраструктура H<sub>2</sub> – основа энергоперехода. Практическая адаптация инфраструктуры дальнего транспорта газа под H<sub>2</sub>». В июльском исследовании обосновывалась необходимость, техническая возможность и экономическая целесообразность создания специализированной инфраструктуры в ЕС для дальнего транспорта H<sub>2</sub>, а в сентябрьском – то же самое в отношении модернизации существующей ГТС под дальний транспорт H<sub>2</sub>.

Многочисленные ссылки на эти исследования стали немедлен-

участки газовой сети для безопасной транспортировки МВС и H<sub>2</sub>. Цель состоит в том, чтобы определить, можно ли и как безопасно транспортировать 100% H<sub>2</sub> по сети. В то время как июльские-сентябрьские вышеупомянутые исследования говорят о дальнем транспорте H<sub>2</sub> как о деле вполне решаемом, без особых дополнительных проблем и затрат.

Последнее на сегодня в ряду политических заявлений высокого европейского уровня, должных внедрить в общественное сознание безусловную уверенность в необходимости, технической возможности и экономической целесообразности дальнейшего транспорта H<sub>2</sub>, – это выступление еврокомиссара по энергетике Кадри Симсон в Европарламенте 15 декабря 2020 года, где она заявила об изменении структуры поддержки (за счет бюджетного финансирования ЕС) инфраструктурных проектов в рамках программы «проектов общеевропейского интереса» (PCI): исключении из этой программы инфраструктурных проектов природного газа и включения в нее водородной инфраструктуры – как адаптируемой под H<sub>2</sub> существующей ГТС, так и создаваемой специально под транспортировку H<sub>2</sub> новой инфраструктуры. И добавила: «Эти водородные трубопроводы будут транспортировать только H<sub>2</sub>. Природный газ не будет течь по этим трубопроводам».

Итак, в политической системе принятия решений ЕС и европейском бизнесе, должном реализовывать эти политические решения руководству ЕС в европейских юрисдикциях (странах ЕС и государствах Энергетического сообщества), сомнений в дальнем транспорте H<sub>2</sub> высокого давления нет: такому дальнему транспорту H<sub>2</sub> быть, в том числе извне ЕС, из соседних с ЕС государств, где будет производиться «возобновляемый» H<sub>2</sub> (ну и в течение неко-

потребления ЕС) объемов H<sub>2</sub> за пределами ЕС и его дальний транспорт оттуда в ЕС.

### Энергостратегия РФ

В рамках «Энергетической стратегии РФ до 2035 года» (июнь 2020 года) впервые представлен раздел «Водородная энергетика». Целью ее развития указано вхождение в число мировых лидеров по производству и экспорту H<sub>2</sub>. А в качестве ключевых мер – довольно широкий спектр господдержки создания инфраструктуры транспортировки и потребления H<sub>2</sub>/МВС; законодательная поддержка и увеличение масштабов производства H<sub>2</sub>, в том числе из природного газа и с использованием ВИЭ, АЭС; разработка отечественных (в том числе локализованных зарубежных) низкоуглеродных технологий производства H<sub>2</sub> методами конверсии, пиролиза метана, электролиза и др.; стимулирование спроса на внутреннем рынке на топливные элементы на основе H<sub>2</sub> и природного газа, в том числе в качестве накопителей и преобразователей энергии; нормативная база в области безопасности H<sub>2</sub>; интенсификация международного сотрудничества в области развития водородной энергетики и выхода на зарубежные рынки.

Однако целевым показателем решения задачи водородной энергетики установлен один параметр – экспорт H<sub>2</sub> в объемах 0,2 млн т в 2024 году и 2 млн т в 2035 году. Это однозначно интерпретируется в России и за рубежом как нацеленность на производство H<sub>2</sub> внутри РФ и экспорт H<sub>2</sub>/МВС, что, увы, соответствует навязываемой моей стране контрпродуктивной, на мой взгляд, концепции развития внешнеэкономического сегмента формируемой водородной стратегии России.

В интервью президенту международной премии «Глобальная энергия» Сергею Брилеву в октябре прошлого года тогдашний глава Минэнерго России (а ныне вице-премьер) Александр Новак заявил, что «Россия как поставщик энергии в принципе готова в будущем являться поставщиком энергии по новым технологиям, мы готовы участвовать в таких разработках совместно с другими странами». А на заседании российско-германского сырьевого форума 1 декабря 2020 года отметил, что «Россия продолжает активно искать партнеров в сфере производства и поставок водорода. Одним из них может стать Германия» и что «российские и немецкие компании могут разработать совместные пилотные проекты по производству и поставке водорода в Германию».

В контексте вышеизложенного эти заявления также допускают неоднозначную интерпретацию (включая контрпродуктивное толкование) целеполагания разрабатываемой водородной стратегии России – ориентацию на экспорт водорода, производимого внутри

## Брюссель объявил о завершении финансовой поддержки развития инфраструктуры, которая связана с традиционным голубым топливом

модернизированной под транспортировку H<sub>2</sub> или МВС, или по специально созданному водородопроводу высокого давления. Это исследование впоследствии полностью вошло своими основными положениями (2 X 40 ГВт) в «Водородную стратегию ЕС».

В июле 2020 года в развитие уже заложенной в этот системобразующий политический документ ЕС концепции дальнего транспорта H<sub>2</sub> по трубопроводам 11 компаний-операторов ГТС ЕС выпустили исследование «Опорная сеть европейского водорода», а в сентябре 2020 года три германские компании, продвигающие

его тиражироваться в экспертном сообществе и в специализированных СМИ в качестве аргументации внешнеэкономической стратегии ЕС по импорту (дальнему транспорту) «возобновляемого» H<sub>2</sub> извне ЕС.

В октябре 2020 года было объявлено, что эксперты DNV GL (международное аккредитованное регистрационное и классификационное общество) изучат потенциаль варианты транспортировки H<sub>2</sub> через 1800 км региональной и национальной сети высокого давления итальянской ГТС. Исследование должно помочь определить подходящие

того «переходного периода» и H<sub>2</sub> из природного газа».

И, как это было ранее с «экспортным законодательством ЕС» в энергетической сфере (Второго и Третьего Энергопакетов ЕС) в сопредельные государства и попыткой его внедрения в России, аналогичный подход применяется сегодня в отношении «экспорта» идеологии развития водородной энергетики, предопределяющей (исходя из национальных интересов ЕС и отдельных его стран) производство «недостающих» (читай: половины необходимых для прогнозируемого внутреннего



Печь для пиролиза метана.

Фото с сайта www.te-italy.com

страны, а значит – развитие дальнего транспорта H<sub>2</sub> и/или МВС по трубопроводам высокого давления.

### «Платон мне друг, но истина дороже...»

Идея превратить Россию в страну – экспортера водорода в Европу достигла своего апогея и наиболее четкой артикуляции в серии недавних предложений заместителя директора Института Европы РАН Владислава Белова, который как бы собрал воедино ряд иных, неоднократно прозвучавших ранее аналогичных предложений от довольно большого числа иностранных и российских авторов.

Сначала Белов написал в широко разосланной аналитической записке, что «безусловным преимуществом «Газпрома» является его газо-трубопроводная сеть, которая уже сейчас позволяет подмешивать от 20 до 70% водорода в поставляемый в Европу метан. Для поставок H<sub>2</sub> подходит и находящийся в стадии завершения «Северный поток – 2», и его сухопутное продолжение Eugal. Уже давно есть технико-экономическое обоснование строительства последующих параллельных ниток по дну Балтийского моря, которое может быть доработано с учетом требований к водороду». И предложил в «рекомендациях» в качестве «одной из актуальных тем – использование для поставок H<sub>2</sub> существующей ГТС, а также строящегося «Северного потока – 2» и возможных будущих дополнительных «водородных» ниток вдоль его маршрута».

Затем на онлайн-конференции, организованной МИА «Россия сегодня», повторил свои рекомендации о расширении проекта «Северный поток» и строительстве пятой и шестой его ниток (напомню, что «Северные потоки» 1 и 2 состоят их двух ниток каждый) для поставок в будущем H<sub>2</sub> в Европу. А затем повторил то же самое в статье в журнале «Современная Европа», только речь там уже идет о строительстве (при необходимости) седьмой-восьмой ниток «Северного потока» под H<sub>2</sub>.

То есть Белов со товарищи (ибо он не один из российских экспертных сообществе – можно перечислить еще с дюжину фамилий сторонников такого подхода) безапелляционно ратует за технологическую модель водородного сотрудничества РФ–ЕС и/или РФ–ФРГ, при которой водород производится в России и экспортируется в ЕС.

Комментируя предложение Белова, эксперт аналитического портала Rubaltic.ru Алексей Ильиничев почему-то приписал эту идею мне и сказал: «Белов – не автор этой идеи...». Возможно, в статьях поставок водорода из России в Европу не первый год говорят и российские, и зарубежные эксперты... Если кого-то интересует эта тема, рекомендую почитать работы советника генерального директора «Газпром экспорт» Андрея Коноплина. Он один из видных сторонников так называемой экспортно ориентированной декарбонизации российской энергетики». Отмечу, я действительно являюсь сторонником в первую очередь именно экспортно ориентированной декарбонизации российской газовой отрасли, только совсем по иной модели. Она должна опираться не на экспорт H<sub>2</sub> из РФ в ЕС, а на экспорт природного газа из РФ «в ЕС» для производства «чистого» H<sub>2</sub> (без выбросов CO<sub>2</sub>) внутри ЕС (об этом далее) (см. рис. 1). А первоочередная экспортная ориентация в части декарбонизации газовой отрасли предопределяется, на мой взгляд, понятными объективными причинами: более высокой по сравнению с Россией остротой климатической проблемы в ЕС, его высокой и все возрастающей импортной зависимостью по невозобновляемым энергоресурсам, более высоким уровнем экономического развития (душевого дохода) в «старых» странах ЕС, являющихся нашими основными экспортными рынками в Европе, и более высокой их готовностью к «энергетическому переходу» на более дорогие ВИЭ и т.п.

**Обоснованное «против»**  
Однако изложенная выше концепция предлагаемого партнерства из ЕС (и поддерживаемая рядом российских «экспертов») сотрудничества РФ–ЕС по H<sub>2</sub>, которая к тому же прочитывается как целеполагание по развитию водородной энергетики в «Энергостратегии России», является, на мой взгляд, контрпродуктивной. Самое слабое звено – это как раз дальний транспорт H<sub>2</sub>/МВС по трубопроводам, который представляет собой систему взглядов, считающей делом якобы технически несложным, вполне отработанным на долгом опыте эксплуатации системы транспортировки природного газа и практически решенным. Однако это не так.

В недавней фундаментальной статье, недвусмысленно озаглавленной «Барьеры реализации

водородных инициатив...», Владимир Литвиненко с коллегами из Санкт-Петербургского горного университета убедительно доказывает, что дальний транспорт и хранение H<sub>2</sub>/МВС в газообразном и/или в сжиженном виде в силу объективных физико-химических причин и нерешенных технических проблем (плотность потока, получаемая энергия из одинакового объема, энергозатраты на сжатие, объемы хранения в сопоставимых емкостях, проблемы водородного охрупчивания и стресс-коррозия и др.) многократно проигрывают по надежности, безопасности, экономике дальнему транспорту и хранению природного газа в газообразном состоянии или в виде СПГ.

Авторы собрали воедино, обобщили, классифицировали и систематизировали основные технологические аспекты производства, транспортировки и хранения H<sub>2</sub> и вынесли однозначный вердикт не то что о нецелесообразности, но о химико-физической и технологической недопустимости дальнего транспорта H<sub>2</sub>/МВС из РФ в ЕС. А значит – отрицательный вердикт в отношении имеющихся устремлений вывести РФ в разряд ведущих держав по экспорту H<sub>2</sub> (что не допускает иного понимания этого термина кроме как производство водорода внутри России и его экспорт, то есть дальний трубопроводный транспорт, за ее пределы в виде именно этого товарного продукта или МВС, а не сырья и технологий для их производства у потребителя, внутри ЕС). Как Белов де-факто выразил консолидированную позицию сторонников, так Литвиненко с коллегами обобщили аргументы противников дальнего транспорта водорода по трубопроводам, особенно по существующей ГТС. И аргументы последних звучат для меня более чем убедительно.

### Сомнительное «за»

Появившиеся в ЕС/ФРГ вышеупомянутые исследования (например, ассоциации «Европейский водород» в апреле, 11 компаний-операторов ГТС ЕС в июле, трех немецких компаний во главе с Сименсом в сентябре) пытаются доказать обратное и тем самым (в неявной форме) убедить в приемлемости предлагаемой модели сотрудничества РФ–ЕС по водороду по европейскому образцу. Но, на мой взгляд, после их внимательного прочтения они грешат существенными переделками и внутренними противоречиями.

Например, на 32 страницах сентябрьского исследования Сименса и Ко высказывается целый спектр взаимоисключающих мнений в отношении энергетической плотности H<sub>2</sub> в трубопроводе: что она «а) сопоставима с плотностью метана б) несколько меньше плотности метана... поэтому переход с транспорта метана на H<sub>2</sub> оказывает незначительное влияние... в) H<sub>2</sub> имеет плотность в 9 раз меньше и скорость потока в 3 раза меньше, чем метан... г) примерно в три раза больше H<sub>2</sub> можно прокачать по трубопроводу за то же время при том же давлении; энергетическая плотность потока лишь слегка уменьшится; д) транспорт H<sub>2</sub> по трубопроводу особенно экономичен; может быть достигнута чрезвычайно высокая энергетическая плотность».

Не меньше количество противоречий встречается на 29 страницах июльского исследования 11 операторов ГТС ЕС. В нем утверждается, что «необходима лишь небольшая модификация существующих газопроводов под транспортировку 100% H<sub>2</sub>, поскольку материал трубопроводов, как правило, подходит и под транспортировку H<sub>2</sub>, и что «газопроводы, перефилированные под H<sub>2</sub> должны эксплуатироваться при более низком давлении, но этого можно избежать путем нанесения внутреннего покрытия». Далее, признавая проблему «водородного охрупчивания», предлагается несколько методов ее решения, в том числе «а) путем нанесения покрытия на внутреннюю поверхность трубопроводов для химического предотвращения проникновения H<sub>2</sub> в слой металла... д) применения... более вязких сталей». Но, по сути, о какой «небольшой модификации» в таком случае может идти речь, когда указанные меры означают полную замену и строительство на месте существующего газопровода нового трубопровода из металла принципиально другого класса (ни одна из предложенных мер не может быть осуществлена в полевых условиях, только в заводских). Не говоря уже об ином компрессорном оборудовании (иного качества и в большем количестве) и т.п. И это только два примера – по одному на каждую из работ...

Изложенное ставит для меня под сомнение обоснованность и правомочность выводов указанных исследований, несмотря на «авторитетные» имена их авторов, что, по-видимому, является вполне достоянием для большинства

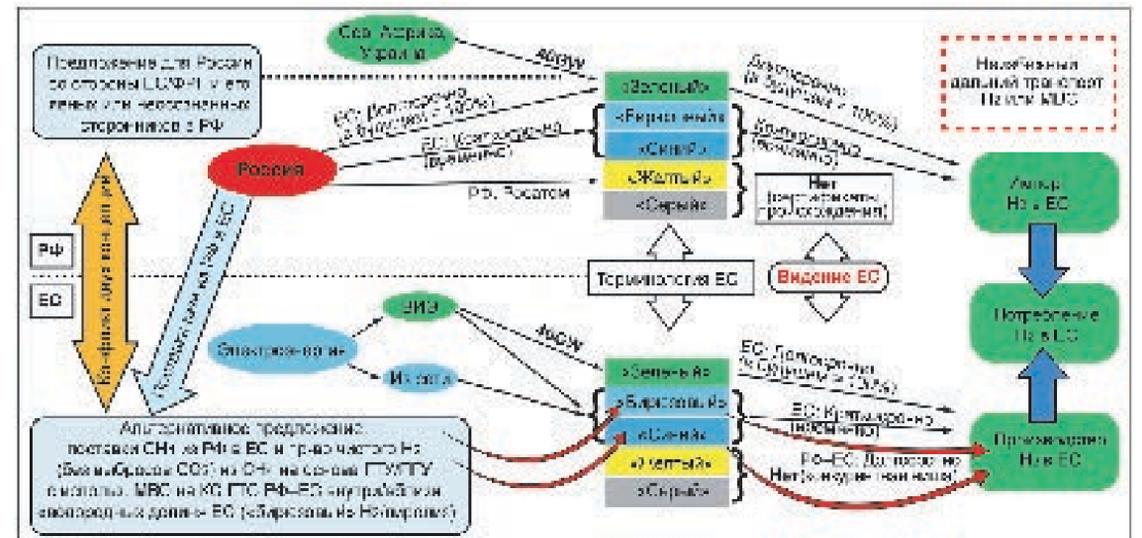


Рис. 1. Две концепции сотрудничества РФ–ЕС в области водородной энергетики.

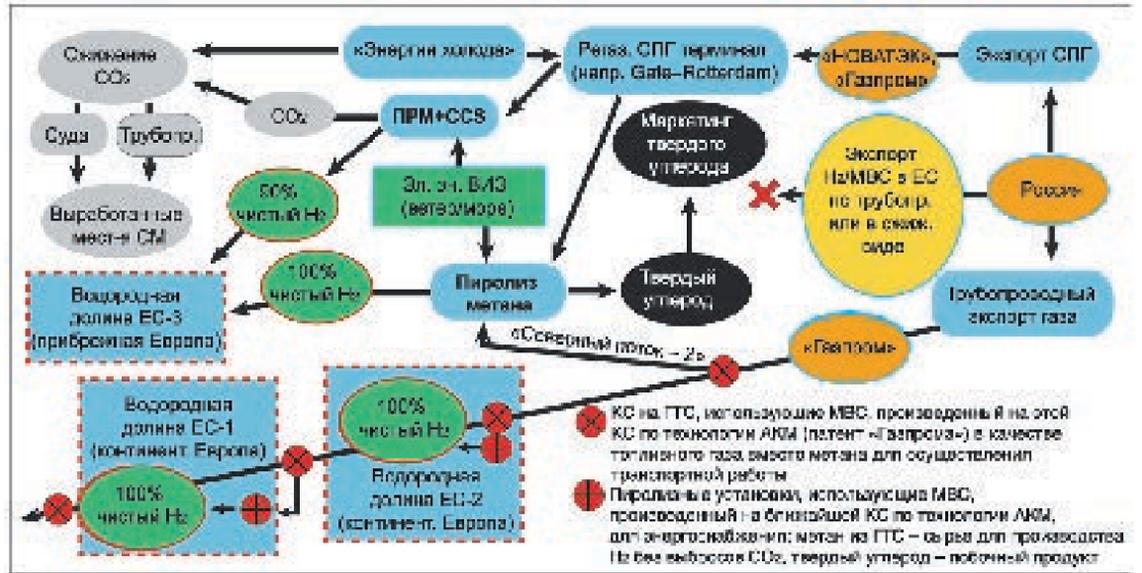


Рис. 2. Два потока газовых поставок из РФ в ЕС для производства чистого водорода (без выбросов CO2) внутри ЕС.

«экспертов»/комментаторов, чтобы тиражировать их выводы (быть может, не читая сами работы). Это, в свою очередь, вынуждает меня задаваться вопросом, не являются ли такие работы стремлением подогнать решение задачи о дальнем транспорте H<sub>2</sub> по трубопроводам высокого давления под заведомо известный (заданный сверху – с высокого политического уровня) результат?

Кстати, авторы этих исследований – основные потенциальные бенефициары создания водородной инфраструктуры: они создают оборудование («Сименсы»), являются операторами ГТС (то есть увеличивают объем активов под своим управлением). Но все риски и ответственность, в том числе вследствие полного изменения логистики и контрактной структуры поставок при переходе с природного газа на H<sub>2</sub>/МВС, будут нести грузоотправители, в том числе и зарубежные. В случае России – «Газпром», являющийся агентом российского государства – собственника природных ресурсов (природного газа) по монетизации этих ресурсов в той или иной (но максимальной эффективной) форме при выводе добытого газа на внешний рынок по трубопроводам.

Поэтому, на мой взгляд, предлагаемая европейской стороной концепция водородного сотрудничества (экспортного раздела формирующейся водородной стратегии России) является неприемлемой для РФ, ибо не отвечает национальным интересам моей страны. В частности, задавая эффективной монетизации российских ресурсов природного газа и существующих производственных активов, в первую очередь трансграничной ГТС РФ–ЕС. Хотя такая концепция в полной мере отражает национальные интересы ЕС (ФРГ) и бизнеса этих стран. Но выстраивать эффективное сотрудничество можно только на основе учета и взаимовыгодного закрепления (в юридически обязывающих документах) и обеспечения (на практике) национальных интересов обеих сторон.

### Альтернативная концепция

«План мероприятий правительства РФ до 2024 года по развитию водородной энергетики» (октябрь 2020 года), по сути, корректирует искаженное восприятие целей Энергостратегии, ибо говорит уже не об экспорте, а о «создании высокопроизводительной экспортно ориентированной области водородной энергетики». Пункты 39–43 Плана требуют представить предложения по международному сотрудничеству. Это значит, в Плане заложено поле для формирования альтернативной модели сотрудничества РФ–ЕС в этой области.

На основе существующих наработок, в том числе ПАО «Газпром», предлагаю альтернативную концепцию развития сотрудничества РФ–ЕС в водородной сфере (см. рис. 2). В ее основе – экспорт в ЕС российского природного газа по существующей ГТС РФ–ЕС (сетевой газ) и в виде СПГ и производство H<sub>2</sub> внутри ЕС в районах опережающего роста спроса на H<sub>2</sub> («водородные долины») пиролизом метана (или сходными технологиями производства чистого H<sub>2</sub> без выбросов CO<sub>2</sub>) в прибрежных и континентальных районах или ПРМ+CCS в прибрежных районах Северо-Западной Европы.

В случае поставок СПГ на регазификационные терминалы на побережье Северо-Западной Европы, а также при поставках сетевого газа по газопроводам «Северный поток – 1» и «Северный поток – 2» для производства H<sub>2</sub> методами пиролиза или ПРМ может использоваться электроэнергия ВИЭ, полученная с ветропарков морского базирования в Северном море. Выделяемый при ПРМ CO<sub>2</sub> может сжигаться с использованием «энергии холода», выделяемой при регазификации СПГ, и танкерами или по существующим, но запущенным в реверсивном режиме трубопроводам поставляться для заказчика как в продуктивных пластах действующих нефтяных месторождений, так и в отработанных месторождениях на шельфе Северного моря. Над этим работают, например, компании Gasunie, Equinor и др. В случае производства H<sub>2</sub> методами пиролиза и подобных ему (без доступа кислорода, то есть без выбросов CO<sub>2</sub> – первые пилотные проекты таких установок по Плану должны появиться в России к 2024 году) возможности для производства H<sub>2</sub> резко расширяются, особенно в континентальной Европе.

В этом случае поставляемый по ГТС РФ–ЕС природный газ будет использоваться по трем направлениям:

– для завершения транспортной работы: для производства МВС на компрессорных станциях (КС) ГТС по маршрутам транспортировки российского газа в ЕС и использования МВС на этих же КС в качестве топливного газа (вместо метана) для дальнейшей прокачки газа по сети. Такое замещение (технология адияботической конверсии метана (АКМ), запатентованная «Газпромом») дает уменьшение выбросов CO<sub>2</sub> на КС на треть;

– для производства чистого H<sub>2</sub> из природного газа на пиролизных установках, которые будут (должны быть) построены в непосредственной близости от этих КС в зонах опережающего спроса на H<sub>2</sub> («водородные долины» ЕС), в масштабах, соответ-

ствующих ожидаемому спросу на H<sub>2</sub> на прилегающей территории этих «долин». Топливоснабжение газовых (парогазовых) турбин соответствующей мощности может проходить по той же схеме, что указана в предыдущем пункте, только замещение метана на МВС происходит не для завершения транспортной работы, а для выработки электрической и/или тепловой энергии, необходимой для производства «чистого» (без выбросов CO<sub>2</sub>) H<sub>2</sub>. В обоих случаях транспорт МВС по ГТС не потребуются.

В качестве сырья: – для пиролизных (и аналогичных) установок по производству чистого H<sub>2</sub> из метана, которые будут расположены вблизи этих КС и нацелены на удовлетворение локального (а не общеевропейского), чтобы минимизировать потребность в дальнейшей транспортировке H<sub>2</sub> и в создании новых специализированных транспортных систем (с учетом спроса в рамках ближайших «водородных долин» ЕС.

### Полезные побочные эффекты

Получаемый при производстве H<sub>2</sub> методами пиролиза твердый углерод не является климатическим загрязнителем в отличие от CO<sub>2</sub>. Маркетинг твердого углерода создаст дополнительный доход в пиролизной схеме производства H<sub>2</sub> в отличие от дополнительных затрат на CCS при производстве H<sub>2</sub> методом ПРМ. При этом обе технологии получения H<sub>2</sub> из природного газа имеют в 3–4 раза (по данным «Газпрома») или в 8–11 раз (по данным немецкой BASF) меньшую энергоемкость производства H<sub>2</sub> – по прямым энергетическим затратам – по сравнению с его производством методом электролиза. Значит, требуют соответственно меньших установленных энергетических мощностей для производства эквивалентных количеств H<sub>2</sub>.

Чтобы уменьшить стоимость производства «возобновляемого» H<sub>2</sub> методом электролиза, ЕС ориентирует компании на использование «избыточной» электроэнергии ВИЭ, которая может отпущаться по нулевой или отрицательной цене. Это может уменьшить затраты на приобретение электроэнергии, но не уменьшит затраты на создание генерирующих мощностей ВИЭ. Доказано (например, Оливье Видалом, который провел исследование по четырем основным конструкционным материалам в электроэнергетике – цементу, стали, алюминию и меди), что материалоемкость электрогенерирующих мощностей ВИЭкратно выше, чем в традиционной электроэнергетике на органическом топливе.

Поэтому, во-первых, утрачивает свое значение тезис, «принятый» за основу в ЕС, что единственно «чистым» H<sub>2</sub> является «возобновляемый», при котором,

как сказано в «Водородной стратегии ЕС», «выбросы парниковых газов за полный жизненный цикл близки к нулю». Это утверждение неверно. Это хорошо недавно сформулировал известный энергетический эксперт и лауреат Пулитцеровской премии за всемирно известную книгу The Prize (в русском переводе – «Добыча») Дэн Йергин: «Новые цепочки энергоснабжения с нетто-нулевой углеродной нейтральностью требуют углерода!.. Они нуждаются в диоптике для работы карьерной техники...» То есть выбросы CO<sub>2</sub> существуют по всей цепочке производства оборудования для ВИЭ, начиная с добычи сырья. И чем выше материалоемкость энергопроизводящего оборудования (ВИЭ), тем выше выбросы CO<sub>2</sub> при его изготовлении, особенно с учетом того, что большая часть этой производственной цепочки вынесена в развивающиеся страны, где в основе топливного баланса электростанций – уголь.

Во-вторых, «равный» характер производства солнечной/ветровой электроэнергии в силу естественных причин существенно ухудшает условия коммерческого финансирования «возобновляемого» H<sub>2</sub> по сравнению с H<sub>2</sub> из природного газа.

Поэтому предлагаемая альтернативная концепция не только отражает, на мой взгляд, баланс интересов сторон, но и является для ЕС более дешевым инструментом достижения целей политики декарбонизации, а России позволяет создать новую спросовую нишу на рынке ЕС в рамках своего участия в декарбонизации ЕС – новый рыночный сегмент спроса на газ для производства «чистого» (без выбросов CO<sub>2</sub>) H<sub>2</sub> и оборудования для такого его производства.

Разработкой, обсуждением и продвижением этой концепции мы занимаемся в рамках рабочей группы 2 «Внутренние рынки» Консультативного совета РФ–ЕС по газу (P2 ГТС).

Мнения, представленные в данной статье, могут не отражать официальную точку зрения группы «Газпром» и (или) государственных органов РФ, и ответственность за них несет только автор.

Исследование проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 19-010-00782 «Влияние новых технологий на глобальную конкуренцию на рынках сырьевых материалов».

Андрей Александрович Коноплин – доктор экономических наук, профессор, советник генерального директора ООО «Газпром экспорт», сопредседатель P2 ГТС с российской стороны, член Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике