

Уроки зимы 20/21

Перспективы природного газа как энергоисточника в свете геополитики, технологий... и капризов погоды



Владимир Башкин,

д.биол.н., профессор, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН



Анатолий Арабский,

д.т.н., доцент, заместитель главного инженера по науке и экологии ООО «Газпром добыча Ямбург»

Совокупность геополитических, климатических и технологических факторов указывает на главенствующую роль природного газа как источника энергии на многие годы вперед. И пример суровой зимы 2020/2021 года наглядно показал, что именно природный газ является самым надежным, относительно дешевым и экологически чистым энергоносителем.

После драматических событий прошедшей зимы 2020/2021, когда замерзали целые страны и регионы, прямые экономические потери достигли нескольких миллиардов долларов, а потери человеческих жизней исчислялись десятками и сотнями, необходимо понять, что послужило тому причиной. Резонно оценить мировой рынок источников энергии, их динамику и перспективы использования. Что ждет мировой рынок газа и какое место уготовано на нем России в настоящее время, через десять и тридцать лет?

Потребление газа в мире выросло в первые месяцы 2021 года. К 2030 году возможен рост на 15% к уровню 2019 года (в 2020 году в связи с теплой зимой потребление упало на 3,5%) – до 4,55 трлн м³. Примерно 70% прироста придется на страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Северную Америку (Global Gas Outlook 2050). В связи с развитием местной добычи из этого прироста более 40% обеспечат страны Юго-Восточной Азии, Китай и Индия. Это выглядит логичным, поскольку азиатские страны продолжают свой переход с угля на более экологичный газ в производстве электричества, промышленности и бытовом секторе. Вполне логичным вы-

глядит и увеличение использования газа в качестве газомоторного топлива.

Согласно оценочному прогнозу на 2050 год, мировая экономика будет нуждаться в 18-19 млрд тонн нефтяного эквивалента первичной энергии и роль газа будет только возрастать. Относительная доля природного газа, как наиболее экологически чистого из всех видов ископаемого топлива, в мировом энергобалансе может вырасти до 28% при том, что в 2019 году она составляла 23%. Оценивается, что пропорциональная доля СПГ к 2050 году увеличится как минимум вдвое и объемы поставок СПГ превысят соответствующие объемы трубопроводного газа.

Такой прогноз может оказаться очень выгодным как для России, так и других газодобывающих стран, обладающих значительными запасами газа. Россия, обладая развитой трубопроводной инфраструктурой для транспортировки газа и в западном, и в восточном направлениях, имеет солидное конкурентное преимущество. Оно дополняется возможностями собственного производства СПГ в Арктике и на Дальнем Востоке вкупе со своими географическими логистическими преимуществами.

Параллельно в мире нарастают резко политизированные геополитические и климатические алармистские тенденции, имеющие конечной целью достижение так называемой климатической нейтральности используемого топлива к 2050 году за счет снижения себестоимости «зеленой» энергии и ухода от ископаемых источников энергии. Антинаучность таких тенденций не следует доказывать: достаточно того факта, что суммарные антропогенные выбросы углеродсодержащих газов составляют менее 5% от суммарных природных потоков (как часть материальных потоков в эколого-экономической системе), то есть находятся в пределах ошибки измерений и расчетов [1].

Рассмотрим возможности устойчивого использования природного газа как источника энергии с учетом геополитических, климатических и технологических факторов.

Слишком много геополитики

С точки зрения глобальных геополитических процессов одним из важнейших факторов, определяющих расстановку и взаимодействие различных геополитических

сил в XXI веке, становится борьба за добычу и использование природных энергетических ресурсов [2, 3].

Яркой картиной такой борьбы предстают события вокруг проекта газопровода «Северный поток-2». Этот газопровод по дну Балтийского моря направлен на расширение поставок газа из России в Германию и другие страны ЕС, исходя из взаимных экономических интересов, основанных на прогнозируемом росте спроса на газ на рынках Европы, а также потребности в укреплении энергетической безопасности ЕС. Предполагается, что его общая мощность составит около 55 млрд м³ газа ежегодно. США выступают против этого проекта, так как он помешает продаже в ЕС американского сжиженного природного газа.

Так, реализация «Северного потока-2» оказалась под значительным влиянием политики, несмотря на объективную экономическую выгоду тем, кто находится на двух концах «трубы». Противодействие же США объясняется исключительно геополитикой. При этом у проекта есть и свои сложности: необходимо учитывать энергетическое законодательство ЕС, кроме того, геополитические факторы все больше давят и на энергетическое сотрудничество по линии Россия – ЕС (не без «помощи» агрессивной энергетической дипломатии США).

Оценка перспективы проекта с применением методов факторного, экономико-статистического и геополитического анализа показала, что проект занимает передовые места не только в повестке дня политических и экономических отношений России – ЕС, но и мировой политики [4]. В настоящее время, несмотря на противодействие ряда стран, перспективы его

реализации выглядят благоприятными. В интервью российской газете «Коммерсант» в конце февраля 2021 года глава Wintershall Dea Марио Мерен сказал о «Северном потоке-2» и российском газе: «Нам срочно необходима любая инфраструктура, позволяющая поставлять газ».

Важно подчеркнуть, что запуск газопровода «Северный поток-2» не только привнесет серьезный вклад в обеспечение энергетической безопасности Европейского сообщества, но и может помочь в смягчении напряженности между НАТО и Россией в Балтийском регионе, военной и информационной, смягчении методов ведения так называемой «гибридной войны».

Рассматривая такие приемы, нужно отметить широкое использование в политике идей декарбонизации и альтернативных источников энергии. Главный экономист BloombergNEF Себ Хенбест считает, что «традиционной энергетике осталось всего пять спокойных лет жизни; потом эксплуатировать угольную или газовую электростанцию станет дороже, чем построить новую солнечную или ветряную ферму. В Международном энергетическом агентстве (МЭА, IEA) прогнозируют, что «зеленая» индустрия может отнять, например, у угля звание самого дешевого источника энергии. Базовый сценарий МЭА подразумевает, что страны будут делать все от них зависящее для перехода на «зеленую» энергетику, благодаря чему средняя цена нефти в период до 2040 года будет невысокой – \$40 за баррель. В 2019 году сектор солнечной энергетики Европы вырос на 104%, что стало рекордным годовым показателем с 2010 года.

В ЕС, главным покупателем российского газа, происходят существенные изменения в энергетической политике. Уже в ближайшее время здесь могут даже ввести углеродный налог за выбросы CO₂ в атмосферу, а к 2030 году планируется снизить выбросы как минимум на 55% относительно уровня 1990 года. Для этого доля ВИЭ должна удвоиться. В кризисный 2020 год доля «зеленой» энергетики в Евросоюзе впервые превысила долю ископаемого топлива (нефти, газа и угля) – 38% против 37%. Однако в начале 2021 года потребление последнего уже возвращается на докризисные уровни.

Считается, что переход мировой экономики на «зеленую» энергетику приведет к потере рядом стран солидной части доходов бюджета. Для России называется потеря 10-20% к 2040 году относительно среднего показателя за 2015-2019 годы, для стран с менее диверсифицированной экономикой, таких как Саудовская Аравия, Нигерия, Ливия, Ангола, Азербайджан, Конго, до 40%. Сорок стран-экспортеров нефти и газа могут недополучить суммарно около \$9 трлн до 2040 года, а все вместе мировые экспортеры – до \$13 трлн.

Однако даже в докризисном 2019 году признавалось, что эта тенденция не является еще невозвратной для ВИЭ: спрос на нефть и газ может вырасти в ближайшие годы, несмотря на все усилия правительств. Это четко проявилось в условиях зимы 2020/2021. Нынешней зимой, так же как и в 2018 году, дефицит газа был как раз закрыт трубопроводным газом из России.

Поскольку собственная добыча газа в Европе продолжает неуклонно снижаться, здесь срочно необхо-



дима любая инфраструктура, позволяющая поставлять газ из России, Норвегии и других стран в Северо-Западную Европу. Только из-за остановки добычи на месторождении Groningen (в Нидерландах) был утерян объем примерно от 30 млрд до 50 млрд м³ газа, еще 10 млрд (из Норвегии) будут перенаправлены по новому Балтийскому газопроводу в Польшу, в обход Северо-Западной Европы.

Можно считать безальтернативным, что ЕС необходимы дополнительные объемы газа по двум причинам. Во-первых, для достижения европейских целей по снижению выбросов, что предполагает закрытие угольной генерации. Во-вторых, это позволит поддерживать цены на энергию в Европе доступными, а промышленность – конкурентоспособной.

Сюрпризы погоды

Нынешней зимой похолодание в странах ЕС привело к ускоренному отбору газа из подземных хранилищ. Но причины сложившейся ситуации кроются не только в низких температурах, но и в специфической ситуации с запасами, которая сложилась в начале 2020 года, а также в нехватке «зеленого» электричества в начале 2021 года. Чем холоднее становилось в Европе, тем больше ей требовалось газа. Однако большая разница в отборах из подземных хранилищ между текущим и прошлым годами связана еще и со специфическим положением, которое, по оценке заместителя гендиректора Института национальной энергетики Александра Фролова, сложилось на европейском газовом рынке к началу 2020 года.

Как известно, поставки СПГ являются максимально лабильными, поэтому его экспорт из США в Европу в 2019 году был высоким в связи с закрытостью для него китайского рынка. Выросли и поставки СПГ из России – в обоих случаях примерно на 15,5 млрд м³. Однако из-за холодной погоды в Азии зимой 2020/2021 поставки СПГ были переориентированы в этот регион, и в Европе началось интенсивное использование газа из ПХГ. К середине февраля 2021 года объем запасов в подземных хранилищах стран Евросоюза, по данным AGSI+, уменьшился до 41,7 млрд м³.

Но не только холод внес свою лепту в ускоренный отбор газа из ПХГ в Европе – подвели возобновляемые





Добыча природного газа в Техасе также «замерзла» под влиянием аномального холода



Резкое падение производства электроэнергии из ВИЭ зимой в Европе происходит не первый раз. И если Германия сумела пройти этот период относительно спокойно в энергетическом плане из-за повышенного использования газа (да и угля), то, к примеру, Швеция, досрочно отказавшаяся от угля в пользу ВИЭ, столкнулась с острым дефицитом электроэнергии.

В конце января-начале февраля 2021 года были засыпаны снегом все солнечные батареи в Германии, безветренная погода остановила 30 тысяч ветряков. Из-за чего доля «зеленой» электроэнергии в общем объеме генерации в стране опустилась до 0–3%, по данным ИНЭ.

Аналогичная ситуация произошла и в США, где в 14 штатах выпало большое количество осадков в виде снега при резком понижении температуры, например в южном Техасе до -14°C (при норме $+15^{\circ}\text{C}$ в Хьюстоне для января). В Линкольне побит температурный рекорд 1978 года (-27°C), в Форт-Уэрте побит рекорд 1903 года (-11°C). В Техасе почти половина всех ветрогенераторов штата оказалась неработоспособной из-за обледенения лопастей. Резкий рост использования бытовых электрообогревателей обрушил электросети. Стоимость электроэнергии в Хьюстоне выросла почти в 35 раз – выше \$9000 за МВт·ч (свыше 660 руб. за кВт·ч).

Волна похолодания прошла этой зимой в Японии, где средняя температура воздуха в крупных городах снизилась с $+7,6$ до $+4,4^{\circ}\text{C}$, а в северных префектурах стала отрицательной уже в декабре. Ситуацию усугубили начавшиеся интенсивные снегопады, которые вывели из строя солнечную генерацию, поскольку панели покрылись мощным слоем снега и наледи. И хотя ветровая и солнечная генерация обеспечивают всего 10% выработанной электроэнергии в Японии, этого хватило, чтобы поставить страну на грань энергетического кризиса.

Здесь следует подчеркнуть, что проблемы с выходом из строя ветроэлектрических станций (ВЭС) из-за морозов известны достаточно давно. Например, ВЭС финской компании WinWind постоянно сталкивались и сталкиваются с этой проблемой, что в конечном счете обанкротило компанию. От обледенения не спасает даже подогрев лопастей и внутренних агрегатов. Аналогичное происходит и в других регионах.

Только поставки газа, как сжиженного, так и трубопроводного, смогли спасти ситуацию. Хотя в Техасе, где добывается сланцевый газ, размеры техногенных аварий из-за замерзания используемой воды и повреждения соответствующей инфраструктуры еще предстоит оценить.

Суровая зима была и в России, но нашу страну не коснулись вышеописанные проблемы. Даже на юге России, в Краснодарском крае, где впервые за много лет выпал снег, не было схожих ситуаций. В Западной Сибири, где с начала зимы морозы держались на уровне 30°C , продолжают добывать газ, и скважины не перемерзают. Более того, именно в разгар зимы по Северному морскому пути прошли СПГ-танкеры в Азию и обратно.

И здесь мы подходим к оценке технологических факторов – начиная от добычи газа и включая предлагаемые альтернативы, в частности на примере водорода.

Технологии: с учетом критических условий

Свойства природного газа хорошо известны благодаря непрерывному контролю параметров на каждом промысле. В процессе подготовки газа к дальнейшему транспорту производится его очистка от механических примесей, осушка, отделение газового конденсата, если он присутствует, а также удаление углекислого газа, сероводорода и других примесей до нормативных уровней. Примеси присутствуют в добываемом флюиде всегда, но их количество и состав определяются уникальными характеристиками каждой залежи. В ряде случаев ими можно пренебречь – выявляются лишь следы этих компонентов: например, месторождения севера РФ практически не содержат сероводорода и углекислого газа, тогда как в Астрахани и Оренбурге налажено даже производство серы из сероводорода, добываемого вместе с природным газом. В Оренбурге дополнительно извлекают очень ценный продукт – гелий. Его добычу можно организовать и на месторождениях Восточной Сибири, где содержание гелия в газе даже на порядок выше. Углекислый газ в российских месторождениях природного газа практически отсутствует (в отличие от норвежских, например), поэтому технологии его секвестрации при подготовке газа не используются.

Помимо состава добываемого газа, влияющего на технологические процессы, при проектировании установок комплексной подготовки газа (УКПГ) к дальнейшему транспорту добываемого продукта всегда учитывают их взаимодействие с окружающей средой. Это не только сезонные климатические изменения, параметры которых варьируются в достаточно широких пределах, но и учет влияния вечной мерзлоты, которая на севере Западной Сибири имеет мощность несколько сотен метров. Поэтому различными приемами исключают гидратообразование при прохождении газа по скважинам в районе мерзлоты, чтобы исключить аварийную остановку скважины, и т.д. Список проблем, связанных с добычей и подготовкой природного газа, хорошо известен, известны и пути их преодоления. Все это требует грамотного подхода и четких управленческих решений как на стадии проектирования освоения месторождения по результатам проектно-исследовательских работ (ПИР), так и при обустройстве и эксплуатации. Ошибки же должны оперативно выявляться и устраняться авторским надзором проектной организации, подрядчиками, субподрядчиками и заказчиком.

Кроме этого, на регулярной основе проводится подготовка к прохождению зимнего периода, когда добыча достигает предельно возможных уровней, а ремонт и обслуживание оборудования предельно затрудняются. Такая подготовка, безусловно достаточно затратная, производится из расчета того, что параметры окружающей среды, такие как температура воздуха, скорость ветра и т.д., будут предельно возможными в данной местности. Все эти параметры хорошо известны и включены в соответствующие разделы строительных норм и правил (СНиП). Именно поэтому серьезных инцидентов на газовых промыслах РФ, в том числе на Крайнем Севере, связанных с неожиданным и к тому же резким похолоданием, практически не бывает.



Европейский «ледниковый период»

Нидерландский художник Хендрик Аверкамп, живший в 1585–1634 годах, рисовал в основном небольшие зимние пейзажи с фигурками катающихся на коньках, санях горожан. Аверкампа называют мастером реалистичного городского пейзажа. На его картинах – покрытые снегом городские и деревенские ландшафты, скованные льдом реки и озера Голландии. Художнику удавалось тонко передавать ощущение морозного воздуха.

Картина «Катание на коньках» находится в Государственном музее изобразительных искусств имени А.С. Пушкина в Москве. Практически все из сохранившихся работ Аверкампа повторяют один и тот же сюжет: «Катание на коньках за городскими стенами», «Зимний пейзаж с конькобежцами», «Развлечения на льду», «Сцена на льду у башни»...

Зимой 2009/2010 года в амстердамском Рейксмузеуме прошла выставка работ Аверкампа под интересным названием – «Маленький ледниковый период».



Зимний пейзаж с конькобежцами. 1609



Сцена на льду у башни. 1610

ЗАЧЕМ МЫ ЭТО ДЕЛАЕМ?



Владимир Литвиненко,
ректор Санкт-Петербургского горного университета
(Из выступления на Форуме «Газ России» в декабре 2020 года)

– Сегодня перед нами стоит огромная проблема – что собой будет представлять завтра глобальная энергетика. И если говорить про водород, то именно с позиций глобальной энергетике, как о ресурсе глобальной энергетике.

Сегодня политикам очень нравится заигрывать с обществом, они обещают: вот стакан воды, и из него, не прикладывая рук, мы получим и тепло, и энергию, и все остальное. Но они не учли технические, технологические и химические свойства газа. И забыли закон сохранения энергии!

Когда мы сначала получаем, условно говоря, конфету, а потом конфету превращаем снова в сахар для того, чтобы сахар использовать для других целей, вы понимаете, сколько мы энергии тратим для того, чтобы эта конфета превратилась по новой в сахар? Зачем мы это делаем?

Мы должны четко понимать: водород – это действительно стратегический ресурс для глобальной энергетике, но, повторяю, стратегический. Мы к нему должны стремиться, может быть, через 80-100 лет.

Хуже дело обстоит, когда нарушаются требования СНиП и не предусматриваются предельно негативные ситуации. Атомная электростанция «Фукусима-1» в Японии в целях экономии была возведена на морском берегу в надежде на то, что значительного по масштабам цунами не будет за время ее жизненного цикла. Природа эти надежды не оправдала. В результате экономия средств при строительстве обернулась на порядки большими затратами для ликвидации последствий катастрофы.

Нечто подобное случилось и этой зимой. В 1610-х годах нидерландский худож-

ник Хендрик Аверкамп написал картину «Катание на коньках», но нынешнее поколение европейцев даже не представляет, чтобы в их городском парке можно было кататься на естественно замерзшем пруду... К тому же очень многие, в том числе весьма авторитетные, источники без конца утверждают, что на Земле идет глобальное потепление климата. А природа в этом году взяла и сыграла злую шутку. Результат – очень много станций ВИЭ, газовые и нефтяные промыслы остановились.

Природа указала людям на то, что нельзя забывать о вероятностях. Любые разрабатываемые и внедряемые технологии должны учитывать предельные параметры влияния внешней среды и нагрузок.

Водородная альтернатива: вопросы без ответов

В настоящее время единственным процессом, альтернативным природным ископаемым источникам энергии, в идеальном случае может быть производство водорода. Его сжигание в реакции с кислородом атмосферы позволит получать экологически чистую энергию. В рамках программы научно-технического сотрудничества Wintershall Dea и «Газпрома» обсуждаются различные методы производства водорода, основной упор делается на пиролиз метана. Также компании являются партнерами в различных газотранспортных проектах, поэтому совместно рассматриваются перспективы закачки водорода в действующие газотранспортные сети. Этому посвящены и разработки ЕС по транспорту водорода в будущем.

С политической (и лишь частично экологической) точки зрения водород чуть ли не идеализируется как топливо будущего. Но в природе нет его «месторождений», чтобы добывать водород, как нефть или природный газ. Базовая на сегодня технология получения водорода – это паровая конверсия метана, в ходе которой водород извлекают из углеводородного соединения в трубчатых печах (химических паровых реформерах) в присутствии пара. Эта технология сама по себе крайне энергозатратна, но главное – в процессе производства выделяется углекислый газ, ответственный за создание парникового эффекта.

Другой технологический процесс – электролиз, диссоциация молекулы воды на кислород и водород под воздействием электричества – применяется на российских АЭС. Здесь электролизеры производят водород, который используется в технологических процессах для собственных нужд станций.

Можно рассмотреть возможность масштабного производства водорода в разрабатываемых высокотемпературных газоохлаждаемых ядерных реакторах (ВТГР) нового поколения. «Газоохлаждаемый» означает, что для снятия тепла с тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) используется инертный газ – гелий, который нагревается до температуры 950°С. Это тепло направляют для получения водяного пара, который раскручивает турбину электрогенератора. Производимое ВТГР тепло может быть также непосредственно задействовано для получения из природного газа



метановодородной смеси и чистого водорода термохимическими методами.

Но тут возникает вопрос КПД процесса. Почему не использовать напрямую полученную энергию, а трансформировать ее снова в источник энергии – водород? Это по сути повторение того же процесса пиролиза метана, ведь метан и сам можно использовать как источник энергии! Кроме того, эти разработки по ВТГР еще весьма далеки от практического применения.

И снова возникает вопрос – почему нужно отказываться от добычи метана и заменять ее «зеленой» энергетикой с достаточно низкими показателями КПД?

Даже получение водорода – очень энергоемкий процесс, кроме того, изготовление, размещение и транспорт для хранения и перемещения водорода также связаны с очень энергоемким производством. Все эти процессы сложны в технологическом плане и экологически очень вредны. И наконец, водород – это не пропан. Он при определенных обстоятельствах может диффундировать сквозь металлы, так что транспортировка водорода в промышленных масштабах дело довольно дорогое и опасное. При авариях водород может соединиться с кислородом воздуха с образованием так называемой «гремучей смеси» и взрывом.

Помимо производства электроэнергии, не стоит забывать и про отопление, не говоря уже о газохимии. Здесь преимущества метана перед водородом еще более очевидны и вряд ли будут оспорены новыми технологиями, которые еще предстоит разработать.

Заключение

Таким образом, в свете геополитических, климатических и технологических факторов главенствующая роль природного газа как источника энергии – налицо. Он является базовым энергоисточником, причем самостоятельным, а не компенсирующим дискретность и ненадежность ВИЭ.

Во многих странах развитие «зеленой» энергетики политики превратили в самоцель, забывая нестабильность и дотационность этого сегмента. ВИЭ могут играть важную, но все-таки «нишевую» роль – для отдельных районов при конкретных сложившихся условиях. Нельзя также за-

бывать, что в экологическом аспекте вредный «след» (углеродный ли, другой) «зеленой» энергии не менее, а иногда и более велик и опасен. Поэтому развивать ВИЭ, конечно, надо, но с четким просчетом всех вероятностей и возможностей.

Несмотря на растущую долю генерации ВИЭ, для надежности энергосистем требуются балансирующие мощности, каковыми могут выступать газовая, угольная и атомная генерация. Поскольку из-за экологических проблем роль угольной генерации будет снижаться повсеместно, а атомная хотя и обладает значительным потенциалом, однако строительство АЭС очень длительное и дорогое.

С учетом всех факторов можно уверенно прогнозировать, что даже и через 10-20 лет газовая генерация будет надежным, относительно дешевым и экологически чистым процессом. ■

Литература

1. Bashkin V. Carbon Biogeochemical Cycle and Consequences of Climate Changes. In: Brian Fath (Ed), «Encyclopedia of Ecology 2nd edition», Elsevier, 2018, ISBN: 9780444637680.
2. Мотышов В.П. Газ и геополитика: шанс России. М.: Книжный мир. 2011. 352 с.
3. Трубицина О.П., Башкин В.Н. Геополитические вызовы Российской Арктике при углеводородном освоении территории // Арктика и Север. 2021. № 6.
4. Жизнин С.З., Тимохов В.М. Экономические и геополитические аспекты «Северного потока-2» // Балтийский регион. Т. 11. № 3. С. 25-42
5. ACER. When and How to Regulate Hydrogen Networks? “European Green Deal” Regulatory White Paper series (paper #1) relevant to the European Commission’s Hydrogen and Energy System Integration Strategies 9 February 2021.