



ИТОГИ

>> СТР. 11

**Возобновляемая энергетика**  
Ростовская область экспериментирует с силой ветра



ПЕРСПЕКТИВА

>> СТР. 13

**Суэцкому каналу ищут замену**  
Севморпуть притягивает грузоперевозчиков



АЛЬТЕРНАТИВА

>> СТР. 14

**Польза твердых сельхозотходов**  
Ненужную солому можно превратить в биотопливо

## Хрупкий баланс в интересах России

Как складывается ситуация на рынках природного газа и нефти

Олег Никифоров

Нефтегазовый сектор остается главным источником валютных и налоговых поступлений страны. При этом на его долю приходится почти 12% всего промышленного производства. Обусловлено это тем, что нефтяная отрасль является крупнейшим налогоплательщиком в Российской Федерации, причем еще самым дисциплинированным.

Интернет-портал InfoTЭК и его авторы Екатерина Грушевенко, старший аналитик Центра по энергопереходу и ESG Сколковского института науки и техники и Джанетта Меджидова, преподаватель НИУ ВШЭ, проанализировали ситуацию на нефтегазовых рынках.

С 5 декабря 2022 года начали действовать санкции против российской нефти, а с 5 февраля 2023 года – против нефтепродуктов. Поэтому на глобальном нефтяном рынке происходили радикальные изменения потоков.

В 2021 году Россия экспортировала до 56% нефти и до 75% нефтепродуктов в страны, которые впоследствии ввели санкционные ограничения (ЕС, Япония, США, Великобритания, Австралия). В 2023 году их доля в структуре российского экспорта снизилась до 4–5% по нефти и до 2% по нефтепродуктам. Ненулевые значения объясняются послаблениями для Венгрии, Чехии, Словакии, Болгарии, Хорватии, а также отказом Японии от полного эмбарго.

### За рамками санкций

Однако благодаря созданию теневого флота, отключению транспондеров, смешению российской нефти с неподсанкционными сортами, отказу от торговли за доллары и другим способом обхода санкций к сентябрю 2023 года суммарный экспорт нефти и нефтепродуктов снизился незначительно – с 8 млн барр./сут. в январе-феврале 2022 года до 7,27 млн барр./сут. в сентябре 2023 года, а в ноябре он снова составил 8 млн барр./сут. Важно отметить, что после введения санкций официальные данные по экспорту нефти и нефтепродуктов из России не публикуются, поэтому при анализе рынка приходится пользоваться зарубежными оценками. Соответственно могут возникать неточности, например, в отношении строгого соблюдения Россией обязательств перед ОПЕК+.



Несмотря на ограничения Запада, России удалось фактически сохранить прежние объемы экспорта нефти.

фото Reuters

Новыми крупными потребителями российской нефти и нефтепродуктов стали Индия, Турция, Китай и прочие страны, среди которых можно выделить государства Африки. Осуществляются даже поставки в Южную и Латинскую Америку. К сентябрю 2023 года Индия, доля которой в российском экспорте нефти еще в начале 2022 года составляла 1%, увеличила ее примерно до 25%, что в абсолютном выражении составило 1,3 млн барр./сут. Уже в октябре 2023 года доля Индии составила 38%. Китай нарастил импорт российской нефти на 0,54 млн барр./сут., Турция – на 0,6 млн барр./сут., прочие страны – на 1,5 млн барр./сут. Отметим, что данные по импорту российской нефти приведены на сентябрь 2023 года и до конца года менялись. Однако главная задача – показать изменение в мировых нефтяных потоках, а они от ежемесячных колебаний в целом радикально не меняются.

Главным стимулом увеличения спроса на российскую нефть со стороны этих государств стал высокий уровень дисконта, в на-

чале действия санкций он доходил до 35–38 долл./барр. К августу дисконты на нефть, отгружаемую из Приморска, снизились до 20 долл./барр., а для ESPO минимальный средний дисконт в октябре-ноябре составил 3–4 долл./барр. Впрочем, уже с конца ноября вследствие ужесточения мониторинга соблюдения ценового потолка дисконт на нефть из Приморска стал увеличиваться и достиг 20–25 долл./барр. В результате цена на Urals в начале декабря упала ниже 60 долл./барр. впервые за несколько месяцев.

Таким образом, в 2023 году влияние санкций в плане объемов экспорта оказалось не таким значительным, и России, пусть и с увеличившимися логистическими издержками, удалось полностью удержать досанкционные масштабы поставок. Это объясняется невозможностью моментально заместить такой объем нефти на рынке, именно поэтому сценарий полного эмбарго невозможен на горизонте трех-пяти лет. Так, для того чтобы заместить в кратчайшие сроки российскую нефть, потребовалось бы не только нарастить добычу в

Саудовской Аравии, ОАЭ, США и некоторых других странах (например, Норвегии), но и пойти на политические уступки в отношении Ирана и Венесуэлы.

Однако и тут дьявол кроется в деталях: за годы санкций и кризиса, при отсутствии доступа к новым технологиям, в Иране и Венесуэле возникли серьезные проблемы по всей производственной цепочке добычи нефти. Это означает, что потребуются большие инвестиции и время на восстановление. Также страны ОПЕК не сильно заинтересованы в наращивании добычи, поскольку за счет квот они могут поддерживать приемлемый для них уровень цен. Более того, для увеличения добычи по всему миру потребуются дополнительные инвестиции, что в условиях долгосрочного ожидания снижения спроса на нефть из-за энергоперехода является затруднительным.

Как бы то ни было, санкционные меры сильно изменили картину нефтяного рынка. Отказавшись от российской нефти и нефтепродуктов, страны ЕС были вынуждены искать альтернатив-

ных поставщиков. Ими в основном стали государства Ближнего Востока, которые частично были вытеснены российской нефтью с рынка Индии и частично Китая. По сути, произошла рокировка. Также на фоне роста цен с середины 2023 года.

США начали активно обсуждать с Венесуэлой возможности частичного снятия санкций и разрешения международным компаниям участвовать в разработке нефтяных месторождений в этой южноамериканской стране.

### Влияние на цены

В 2023 году среднегодовые цены на нефть сорта WTI составили порядка 76 долл./барр., Brent – 80 долл./барр. Волатильность относительно среднегодового показателя достигла 20%, или 15 долл./барр. При этом если в первом полугодии цены на Brent в среднем составили 79 долл./барр., а на WTI – 75 долл./барр., то в третьем квартале они начали расти и составили 87 долл. и 80 долл. соответственно. В четвертом квартале началось падение на фоне ожиданий слабого спроса на нефть.

## Fast LNG – новая концепция СПГ-заводов

Первый в мире проект на платформах самоподъемного типа готовится к пуску

Юрий Москвитин

Три морские платформы с говорящим названием Pioneer – первооткрыватели морского производства СПГ принципиально нового типа. В Мексике, в последние годы бывшей импортером СПГ, проходит пусконаладку завод, который впервые в истории страны отправит партию сжиженного газа на экспорт. С конца сентября и до начала января три самоподъемные платформы Pioneer прибыли в порт Альтамира в Мексиканском заливе. Вместе они проект Altamira LNG. Его пуск запланирован на квартал 2024 года. До сих пор плавучие СПГ-заводы никогда не строились на самоподъемных платформах (jack-up). Такие конструкции ранее использовались только для бурения.

Все три платформы завода построила американская компания New Fortress Energy (NFE) на судовой платформе Keiwit в Техасе. Точнее, не построила, а переоборудовала три буровые сооружения в комплекс по производству СПГ. Названы самоподъемными конструкциями потому, что они в рабочем положении не плавают и не становятся на дно корпусом, а удерживаются на подводном грунте на подвижных опорах, «ногах». Их может быть до восьми, чаще всего четыре. В транспортном положении они подняты, а по прибытии на место работ опускаются домкратами до упора в дно так, чтобы платформа оставалась выше волн. Ограничение по глубине обусловлено длиной опор. Как правило, до 150 м, но это правило не жесткое, может быть и больше. Самой высокой самоподъемной установкой на сегодняшний день является Noble Lloyd Noble высотой 214 м.

Платформа Pioneer II – основная часть завода Altamira LNG. На ней установлена линия по сжижению – криогенный испаритель и компрессоры. На платформе I – установка по очистке газа и резервуары для хранения готовой продукции. На платформе III – электростанция, жилые и вспомогательные помещения.

Годовая производительность завода небольшая, всего 1,4 млн т в год, то есть он среднетоннажный.

Но и стоимость проекта – 1,6 млрд долл., что совсем немного для средних по отрасли цен (в пересчете капзатрат на единицу продукции). NFE в партнерстве с мексиканской энергокомпанией CFE планируют еще два подобных завода. По информации Marine Link, их стоимость будет еще ниже – 1,3 млрд долл., но официально компании это не подтверждали.

В порту Альтамира с 2006 года есть газификационный терминал, но он недогружен. СПГ-проект может использовать его инфраструктуру, что снизит затраты. В Мексике кроме этого сухопутного газификационного терминала есть еще два – Manzanillo (3,8 млн т в год) и Costa Azul (7,6 млн т в год). Плавучие терминалы по приему сжиженного газа (FSRU) в стране нет.

Единственный производитель СПГ страны – Solensa, но у него малотоннажный завод, он поставляет газ для тяжелого автотранспорта. Получается, что Altamira LNG станет первым среднетоннажным производством в Мексике. Минэнерго Мексики в июне выдало NFE лицензию на экспорт СПГ до апреля 2028 года.

NFE не сообщает, есть ли у нее контракты с потребителями. Можно догадаться, что газ останется в Карибском регионе. NFE – не новичок в нем. Компания является оператором двух газовых электростанций в Пуэрто-Рико мощностью 200 МВт и 150 МВт.

Количество самоподъемных платформ в мире – более 550. Массовое строительство удешевляет их производство. NFE на своем сайте сообщает, что после вывода из эксплуатации и ремонта платформы ее можно быстро и просто переоборудовать в СПГ-завод – достаточно демонтировать буровое оборудование и поставить вместо него линию по сжижению. Но «подвис» вопрос. А зачем вообще производство СПГ мигрирует с суши на море?

В мире действует 74 крупнотоннажных завода СПГ (на осень 2023 года) в 24 странах и с суммарной мощностью 476,5 млн т, сообщили в Международной группе импортеров СПГ (GIIGNL). В 2026 году мощность заводов возрастет на 21%. Подавляющее большинство действующих производств расположено на суше, но среди новых все чаще появляются и



Платформа для добычи и отгрузки быстрого СПГ.

Фото с сайта www.newfortressenergy.com

морские проекты. Уже примерно треть нефти и газа добывается в море, правда СПГ-проектов пока лишь с десяток. Однако их число растет. Идти в море дальше и глубже – уже сложившаяся в мировой нефтегазовой отрасли тенденция.

### Как ТЭК ушел в море

Нефтедобычным проектам в море больше 200 лет, то есть они не намного моложе сухопутных. В 1896 году компания California Star Oil Works начала бурение скважин вблизи побережья Тихого океана, у Санта-Барбары, штат Калифорния. Позже, в XX веке, добыча нефти на морском шельфе стала распространяться по всему миру. Это были сначала Северное море, Мексиканский залив и Каспий («Нефтяные Камни», 1949 год, первый советский морской нефтяной проект). Затем мейджоры освоили шельф

Австралии, Бразилии и Гайаны. Бразильские подсолоневые месторождения и глубоководный шельф Гайаны – важнейшие успехи мейджоров за последние 20 лет. В основном на них производят нефть, так как ее можно отгружать прямо в море, а газ нужно транспортировать по подводным трубопроводам.

Норвегия – самая офшорная нефтегазовая страна. Все ее добычные проекты – на Норвежском континентальном шельфе. Танкеры забирают нефть прямо с платформ, но газ приходится транспортировать по трубам. СПГ страна производит на острове Мелкой, частично искусственном. Завод Хаммерфест – единственный крупнотоннажный в Европе, он с 2007 года производит по 4,6 млн т СПГ в год. Его нельзя считать морским сооружением, так как он все-таки в основном стоит на суше.

>> СТР. 10

# Возобновляемые источники энергии – конкуренты или союзники

## Твердое биотопливо поможет создать комфортные условия в самых отдаленных регионах

Михаил Аким, Эдуард Аким

Если рассматривать комплексно все виды воспроизводимых источников энергии, то можно проанализировать, какой синергетический эффект может быть при этом получен в зависимости от региона применения. С другой стороны, обобщая мировой опыт, в том числе опыт Китая, Индии, Бразилии, Соединенных Штатов, и сопоставляя его с российским, по-видимому, можно наметить те пути, которые будут интересны и для России, и как нам представляется, для стран БРИКС, и прежде всего для Индии. Индия – это страна не только самая большая в мире по населению, но и демонстрирующая в последние годы фантастические темпы роста с максимальным учетом как экономических, так и экологических факторов.

Показательным примером является проблема сжигания на полях соломы и других сельскохозяйственных отходов. Сегодня в Индии это является не столько проблемой энергетики, использования воспроизводимых энергетических ресурсов, но прежде всего это проблема экологии и, более того, здравоохранения. Потому что, когда на полях сжигают солому между двумя урожаями, в ближайших городах людям нечем дышать. Кстати, это возвращает нас к теме интеграции лесов в города, проблемам, которым сегодня уделяют большое внимание Лесной комитет и Европейская экономическая комиссия ООН и Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО) ООН. Поэтому, говоря о биотопливе, мы приходим к проблеме городских лесов и возможности использования этих лесов, с одной стороны, как фактора улучшения атмосферы, а с другой – для получения биотоплива и его использования в городах.

Если превратить солому в твердое топливо, пеллеты или брикеты, то солома становится вполне транспортабельным видом биотоплива. Однако у этого биотоплива есть своя специфика – это прежде всего высокое содержание кремния. Поэтому эти соломенные пеллеты или брикеты должны сжигаться в многоопливных котлах, в которых кипящий слой создается песком, то есть диоксидом кремния. В этих печах образуются два вида золы – так называемая зола «подовая» и «летучая зола». Методы улавливания летучей золы общеизвестны – это прежде всего высококачественные электрофильтры, циклоны и т.д. Такая система является вполне экологичной и позволяет всю солому, образующуюся в Индии, особенно между двумя урожаями, эффективно превратить в энергию.

### Совершенствование процесса горения

Когда мы говорим о синергизме при использовании различных видов возобновляемых источников энергии (ВИЭ), то надо еще раз подчеркнуть – основным достоинством твердого биотоплива является возможность его использования для обогрева индивидуальных домов или муниципальных объектов без строительства тепловых коммуникаций, то есть нет необходимости строительства инфраструктуры централизованного теплоснабжения. Надо сразу сказать, что фантастически быстрое распространение в Западной Европе пеллетных отопительных систем было связано с тем, что в этих системах обеспечивается очень высокий коэффициент полезного действия. Это происходит благодаря использованию в них современной компьютерной техники и современных датчиков – ламбда датчиков, получивших огромнейшее распространение при переходе от автомобильных карбюраторных двигателей к двигателям с электронным впрыском.

Благодаря таким системам обеспечивается двух- и трехступенчатое сжигание твердого биотоплива и резко возрастает коэффициент полезного действия (КПД) всей системы. Дополнительное охлаждение отходящих газов ниже точки росы позволяет еще больше увеличить КПД. В понятие «Взвешенные частицы» (particulate matter, PM) входят и твердые частицы, включая пыль, и жидкие капельки, всевозможные органические соединения. Мелкие частицы размером менее 10 и 2,5 микрон – PM10 и PM2,5 являются объектом мониторинга загрязнения атмосферного воздуха и оказывают негативное воздействие на здоровье. Чтобы выделить именно нагрева-

ющее атмосферу воздействие, физически правильно выделять свето-абсорбирующий углерод (light-absorbing carbon), который представляет собой сумму черного углерода и коричневого углерода (brown carbon, BrC). Говоря о технологиях сжигания, нельзя не упомянуть черный углерод. Черный углерод (ЧУ) является продуктом неполного сгорания угля, дизельного топлива, биотоплива и биомассы. Он является самым сильным свето-абсорбирующим компонентом взвешенных частиц. Его определяют как «твердые частицы, в основном состоящие из чистого углерода, абсорбирующие солнечную радиацию во всех длинах волн». Черный углерод является основным компонентом сажи, которая состоит из частиц углерода с примесями, и также содержит органический углерод. Черный углерод выбрасывается непосредственно в атмосферу в виде мелких частиц (размером менее 2,5 микрона); по оценкам, его выбросы в 2005 году составили приблизительно 10% от всех прямых выбросов взвешенных частиц размером менее 2,5 микрона (PM2,5). На долю России, согласно оценкам, приходится около 7% мировой эмиссии черного углерода. Основными источниками этих выбросов в России являются лесные пожары, а также потребление энергии в жилищном секторе, на транспорте и в промышленности. В российской Арктике к крупнейшим источникам выбросов черного углерода относятся мобильные и стационарные дизельные двигатели, причем существуют значительные возможности сокращения этих выбросов, в том числе с использованием биотоплива.

Черный углерод оказывает отрицательное влияние на здоровье людей и экосистемы. Кратковременное и долговременное воздействие взвешенных частиц PM 2,5 приводит к возникновению респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, а также к преждевременной смерти. Взвешенные частицы PM 2,5, содержащие черный углерод, также вызывают снижение урожайности и наносят ущерб материалам зданий. Частицы черного углерода попадают в организм человека через легкие в процессе дыхания, через желудочно-кишечный тракт с водой и пищей, а также через кожу и слизистые оболочки. В исследовании Российской академии наук выявлена положительная связь взвешенных частиц PM 2,5 с ростом смертности от ишемической болезни сердца и цереброваскулярных заболеваний.

Черный углерод оказывает три вида воздействия на климат: прямой эффект, снижение отражающей способности снега (альбедо) и загрязнение облаков. Прямой эффект заключается в том, что, поглощая солнечную радиацию во всех длинах волн, черный углерод способствует прогреву атмосферы. Черный углерод, загрязняющий снег и лед, затемняет поверхность, снижает отражающую способность и таким образом увеличивает поглощение и таяние. Кроме того, черный углерод взаимодействует с облаками, что сказывается на их стабильности, количестве осадков и отражающей способности.

Под коричневым углеродом понимают аэрозоли с диаметром частиц менее 10 микрон (PM 10), которые абсорбируют ультрафиолетовое и видимое солнечное излучение.

На глобальную окружающую среду оказывает огромное влияние быстрое потепление в Арктике, одной из основных причин

которого считают черный и коричневый углерод. Атмосферный коричневый углерод (BrC) является одним из наименее изученных и неопределенных факторов потепления из-за недостатка наблюдений. Китайские ученые показали, что коричневый углерод в основном возникает в результате сжигания биомассы в средних и высоких широтах Северного полушария и может быть сильным фактором потепления в Арктическом регионе, особенно летом. Поскольку изменение климата, по прогнозам, в свою очередь, приводит к увеличению частоты, интенсивности и распространения лесных пожаров, ожидается, что и в будущем коричневый углерод в Арктике продолжит играть все более важную роль в глобальном потеплении. Поэтому практики и технологии сжигания биомассы, предотвращающие появление черного и коричневого углерода, крайне важны для предотвращения климатического кризиса.

### В желтой жаркой Африке

Можно привести, казалось бы, далекий пример – использование древесного угля в одной из африканских стран – в Кении. Миллионы кенийских домохозяйств нуждаются в доступных источниках энергии для приготовления пищи. Сжиженный нефтяной газ и электричество, хотя и теоретически доступны, непомерно дороги для большинства кенийцев. Также, как правило, не хватает денег на покупку солнечных панелей или экономичных дровяных печей. Таким образом, по крайней мере в течение переходного периода нет альтернативы контролируемому и устойчивому производству дров, твердого биотоплива и древесного угля. Учитывая специально изданную ФАО ООН несколько лет назад монографию о проблемах неэффективного производства и использования древесного угля в Африке, там в 2017 году вообще запретили производство и торговлю древесным углем нелицензированным организациям. При этом, однако, не учли, что данным топливом население пользовалось из поколения в поколение. В результате торговли запрещенным топливом продолжилась, но в очередной раз возросла коррупционная емкость системы. Не имея альтернативных источников дохода, люди всегда найдут способ обойти запреты – практика показала, что существует большой разрыв между устремлением и реальностью.

К чести правительства этой страны, закон этот был отменен, однако проблема защиты лесов не была решена. Если же использовать эту энергию законодательства в «мирных целях», то можно было бы спланировать инвестиции для создания современных линий производства древесного угля. Крайне важно, чтобы это сопровождалось эффективной охраной ценных природных лесов и деревьев в засушливых и полувзасушливых регионах. Данная задача обеспечения экологичной и доступным топливом может решаться достаточно эффективно при сравнительно небольших затратах и аналогичном количестве потребляемой древесины. Кажущаяся нерелевантность решения африканских энергетических проблем может иметь большое значение для международного сообщества: отсутствие средств на инвестиции в экологичные технологии (о чем, в частности, многократно говорилось на COP 28); наличие (а вернее, отсутствие) доступной энергии в том числе



Древесные и сельскохозяйственные отходы можно использовать для производства пеллет и брикетов, в том числе для отопительных систем. Кадр из видео с канала KRONER International на YouTube

определяет рост потока беженцев, устремляющихся с берегов Африки в поисках «лучшей жизни».

### Земля не помойка

Другим примером, когда необходимо комплексно рассматривать проблему, а не отдельные элементы решения, пусть даже важных задач, является грамотное использование твердых бытовых отходов (ТБО).

В России, самой богатой по площади лесов страны мира, присутствует значительная доля древесных отходов и вторичной древесины в ТБО. Древесина присутствует в твердых бытовых отходах как в небольших городах и поселках, так и в мегаполисах. Возможность превращения этих отходов в пеллеты или брикеты – прекрасный пример «каскадного» использования древесины. Но при таком количестве древесины в те же пеллеты и брикеты могут быть безболезненно введены и синтетические полимеры, точнее, отходы изделий из них, находящиеся в твердых бытовых отходах.

Намного более спорным автором представляется тема превращения находящихся в ТБО синтетических полимеров и изделий из них в жидкое биотопливо в условиях РФ. Это обусловлено прежде всего тем, что современное жидкое топливо производится на заводах, по мощности превышающих мощность пеллетных или брикетных установок. В результате в связи со слишком большими различиями в их масштабах, что увеличивает логистическую составляющую, может быть экономически целесообразно возить полимерные бытовые отходы на нефтеперерабатывающий комбинат. Ряд зарубежных стран рассматривает возможность и целесообразность таких решений как с точки зрения получения «экологичного» жидкого топлива, сокращения площади свалок, вторичной переработки полимеров. Вопрос целесообразности распространения данных технологий на Россию крайне спорен. С одной стороны, технологии твердого биотоплива, возможно, представляют собой более экономичные альтернативы, с другой стороны, масштаб данных технологий не позволяет решить проблему ТБО в обозримом будущем. Таким образом, если рассматривать переработку ТБО в жидкое биотопливо, то это может потребовать миллиардных (в долларовом измерении) инвестиций, но может помочь решить проблему масштабных свалок. Выборочная интеграция полимерных отходов и вторичной древесины в твердое биотопливо требует инвестиций на порядок

меньше, но и утилизируется значительно меньшее количество отходов. Увеличение размерности строительства предприятий по производству твердого биотоплива сталкивается с рядом ограничений. Так, выпуск твердого биотоплива подразумевает наличие соответствующего количества отходов лесопереработки. Как известно, лесопереработка сосредоточена в удаленных лесных регионах, а вопрос утилизации ТБО необходимо решать рядом с крупнейшими мегаполисами.

В целом сложилась ситуация, когда твердое биотопливо, относящееся к лесоперерабатывающей отрасли, живет масштабом значительно меньшим, чем «большая энергетика» – нефтепродукты, уголь, к которым теперь относится и жидкое биотопливо. Отрасль твердого биотоплива в стране представлена сотнями мелких производителей пеллет; при общем производстве около 2 млн т среднего размера, как легко подсчитать, измеряется десятками тысяч, если не тысячами тонн в год. Это в основном средние и малые предприятия, имевшие крайне ограниченный инвестиционный ресурс. В новых условиях европейских санкций ограничений и крайне высокой ставки ЦБ очевидно, что инвестиционный ресурс в отрасли практически нет. Падение котировок обогатив крупнейших игроков подтверждает данный вывод. С другой стороны, нефтегазовый сектор, который может интегрировать производство жидкого биотоплива, как происходит во многих других странах, по-прежнему обладает финансовыми возможностями для инвестирования.

### От биотоплива к теплоту

Для России именно перевод муниципальных объектов, прежде всего школ, на твердое биотопливо второго и третьего поколения позволяет практически за 2–3 года решить проблему переводов всех школ страны на нормальную систему канализации и утити наконеч от «удобств во дворе». Для этого достаточно средств, которые выделяются сегодня на поддержку и лесного комплекса, включая производителей пеллет и производителей котлов малой и средней мощности.

Автономные системы канализации могут быть также сделаны на побережье Байкала, где сегодня, за исключением г. Байкальск, все поселки практически не имеют современной фекальной канализации. В данном случае системы автономного отопления и автономной канализации оказываются взаимосвязанными. Это позволяет при небольших затратах решать эти чрезвычайно острые проблемы и малых поселков, и небольших городов в создаваемой вокруг Байкала рекреационной зоне. Таким образом, решение проблемы использования твердого биотоплива позволит помочь решить вопрос социального развития региона при сохранении экологии и защиты водных ресурсов.

Сегодня практически любой сохранившийся проектный институт может сделать типовые проекты школ с автономной системой отопления на пеллетах и автономной канализацией, полностью отвечающей всем санитарным требованиям.

### Улавливание и сохранение

В последние годы много пишут и говорят о системах улавливания и хранения углерода (CCUS). Эти системы связывают и с биоэнергетикой – улавливанием и хранением углерода (BECCS) и с прямым улавливанием CO<sub>2</sub> из воздуха.

Прогнозируется, что затраты составят от 100 до 300 долл. за тонну с возможностью хранения до 5 Гт углового эквивалента в год.

По оценкам экспертов, только для Европы стоимость развертывания CCUS, запланированная до 2050 года, может составить 320 млрд евро, а необходимая транспортная инфраструктура может добавить еще 50 млрд евро. Скандинавия, США и Соединенное Королевство лидируют в готовности к CCUS, причем эти страны разрабатывают пилотные проекты и принимают необходимую нормативную базу.

Крупномасштабное развертывание CCUS потребует огромных геологических хранилищ. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC, 2018) определила семь стратегий улавливания углерода, одной из которых является биоуголь (biochar). Когда древесный уголь применяется на сельскохозяйственных полях, он связывает углерод в почве и может повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Но никто еще не пытался рассмотреть использование biochar в больших масштабах, хотя это считается вероятным источником ежегодного удаления углекислого газа от 300 до 2 млрд т по цене от 90 до 120 долл. за тонну.

### Спасение утопающих – дело рук самих утопающих

Использование пеллет и брикетов является ключевым элементом в децентрализованной энергетике России. Россия обладает уникальной возможностью начать интернет-торговлю биотопливом собственного производства – брикетами с доставкой поддона непосредственно потребителю в ряде регионов европейской части РФ (ВЦ), «перепрыгнув» европейский путь.

Отечественный рынок, малые и средние потребители, система ко-генерации для энергообеспечения отдаленных территориально-административных образований РФ (ОТАО) – вот рыночная ниша.

Рассчитывать на экспорт российских пеллет в Китай в долгосрочной перспективе не очень реально. Тому есть очень много объяснений, например размер и динамика собственного китайского производства, использующего преимущественно отходы плантационной древесины, структура себестоимости и т.д. Это может стать темой отдельной статьи.

Значительное внимание в области биотоплива исторически уделялось сельскохозяйственному сырью; однако широкий спектр отходов, в том числе твердые бытовые отходы, также могут служить сырьем для производства современного биотоплива из-за их обилия и низкой стоимости. По сравнению с сезонной доступностью сельскохозяйственных отходов как ТБО, так и отходы лесопереработки имеют преимущество круглогодичной доступности, развитой инфраструктуры сбора и потенциальной доступности при отрицательных затратах (так как являются отходами, подлежащими утилизации). Твердое биотопливо должно сочетаться с другими ВИЭ, обеспечивая тепло, канализацией и комфортом самые отдаленные поселки и города огромной страны. ■

Михаил Эдуардович Аким – доктор философии (PhD), профессор Высшей школы бизнеса НИУ ВШЭ; Эдуард Львович Аким – доктор технических наук, профессор, завкафедрой ВШТЭ СПбГУПТД, почетный член Консультативного комитета ФАО ООН по устойчивости лесного сектора.



Выжигание полей между урожаями в Индии стало проблемой и экологии, и энергетики. Фото Reuters