

«Дирижаблестрой». Вывод дирижабля из эллинга.
 Авторы: Якунин А.Ф. и Якунин В.Ф. Холст, масло. 2011 г.



<http://www.dobropaid.org/photo/subject=223&photo=5427>

КАК НАМ ОБУСТРОИТЬ РОССИЮ К ВОСТОКУ ОТ УРАЛА?

ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОТОННАЖНОГО СПГ И ГРУЗОВЫХ ДИРИЖАБЛЕЙ¹⁻²

ВЛАДИМИР ВОРОШИЛОВ

Генеральный директор ООО «Бэдфорд Групп»,
 руководитель Консорциума
 «Дирижабли в Якутии»

АНДРЕЙ КОНОПЛЯНИК

Д.э.н., проф., Советник Генерального директора
 ООО «Газпром экспорт», член Научного совета РАН
 по системным исследованиям в энергетике

В рамках данной статьи авторы рассматривают малотоннажный СПГ (мтСПГ), грузовые дирижабли и модульный подход как комплекс инструментов решения крайне важной задачи: как нам обустроить Россию к востоку от Урала. «Человеческое опустынивание» восточных районов России (термин Я.М. Миркина) напрямую связано с недостаточным уровнем их энергоснабжения и/или газификации. «...Вся страна потянулась на кормление в крупные города. ...Они, как воронки, стягивают население. Огромные пространства, с великими трудами освоенные Россией, мелеют. ...Тратятся огромные ресурсы на их освоение, а люди уходят. ... Большие города втаскивают в себя все живое. Люди ищут работу, благополучие – и не находят их в малых и средних поселениях, оставляя за собой пустующие пространства» [1].

¹ Статья подготовлена на основе презентаций авторов: (1) «Газификация Российской Арктики: мтСПГ и грузовые дирижабли (старые/новые идеи, новые рынки, новые возможности) или: Как нам обустроить Россию к востоку от Урала (прекратить «опустынивание России»)» на V-й Международной конференции «Арктика: шельфовые проекты и устойчивое развитие регионов» (Арктика-2020), Круглый стол «Перспективы развития рынка СПГ в Арктических регионах», Москва, ТПП, 19-20 февраля 2020 г.; (2) «Как обеспечить устойчивое энергоснабжение 17% российских домохозяйств, остающихся неохваченными (преимущественно) сетевой газификацией? Вариант ответа: децентрализованное энергоснабжение, мтСПГ и грузовые дирижабли» на конференции «Восточный нефтегазовый форум», Владивосток, 08.07.2021, онлайн (см. www.konoplyanik.ru)

² Заявление об ограничении ответственности: Взгляды, изложенные в настоящей презентации, не обязательно отражают (могут/должны отражать) и/или совпадают (могут/должны совпадать) с официальной позицией Группы «Газпром» (вкл. ОАО Газпром и/или ООО «Газпром экспорт»), ее/их акционеров и/или ее/их аффилированных лиц, отражают личную точку зрения авторов настоящей презентации и являются их персональной ответственностью. Статья подготовлена на основе данных открытых вневедомственных источников.

(продолжение, начало статьи в №17-18 2021 г.)

Две модели газификации

Но территория страны не может оставаться без людей, тогда она теряет свою целостность, ибо только люди превращают территорию в страну, государство. В Послании Федеральному собранию 21 апреля 2021 года Президент России Владимир Путин заявил, что «сбережение народа России – наш высший национальный приоритет», и далее посвятил заметную часть выступления «социальной газификации» [2]. Это означает создание качественных условий жизни российского населения и за пределами больших городов – в российской провинции, в регионах, которые в значительной степени всегда были и есть сама Россия. В крупных городах, начиная с советского времени, с индустриализации, в рамках градостроительных программ, нацеленных на создание высокой концентрации населения в многоэтажном домостроении, которая предопределяла модель теплофикации и газоснабжения, обеспечивалась возможность реализовывать «эффект концентрации мощности» (эффект масштаба), удешевляя тем самым как само жилищное строительство, так и формирование электрических, тепловых и газовых сетей, обеспечивающих домовладения в многоквартирных домах электроэнергией, газом и теплом.

Программа «социальной газификации» (подробно представленная в деталях, с цифрами и картами, на сайте «Газпрома» [3]) нацелена главным образом на ускорение обеспечения доступным газоснабжением населения в районах преимущественно сетевой газификации, то есть в первую очередь в Европейской части страны – там, где более высокая плотность населения расширяет географию применения газификации именно по такой модели. Но районы к востоку от Урала, Арктической зоны характеризуются гораздо меньшей плотностью населения. Зачастую там сетевая газификация просто невозможна, ибо становится запредельно дорогой, что мы показали в первой части статьи. А отсутствие нормальной транспортной (всепогодной, всесезонной) инфраструктуры делает весьма затруднительным, а иногда и просто невозможным любое иное энергоснабжение, кроме как на основе местных источников или по модели «северного завоза», где на осуществление логистических цепочек по традиционным транспортным схемам может уходить до двух лет.

Авторы предлагают свой взгляд на возможное решение проблемы – использование малотоннажного СПГ (мтСПГ) в криогенных танк-контейнерах для децентрализованного энергоснабжения как окраинных (прибрежных), так и глубинных (континентальных) районов Сибири и Арктической зоны России, грузовых дирижаблей для их доставки с внешнего контура вглубь территории, модульного подхода к созданию энергогенерирующих и энергопотребляющих установок на основе мтСПГ как для производства электроэнергии и тепла, так и для прямого использования мтСПГ для нужд локального газоснабжения и в качестве локального же моторного топлива.

Освоение Сибири Президента РФ: плюс мтСПГ, грузовые дирижабли и модульный подход

Глава Русского географического общества (РГО) С.К. Шойгу в своей программной статье «О новых городах в Сибири»

в РБК 6 сентября 2021 года [4] говорит о «назревшей необходимости строительства в Сибири трех-пяти научно-промышленных центров с населением от 300 тыс. до 1 млн человек. Они должны будут стать новыми полюсами притяжения как для населения всей России, так и для наших многочисленных соотечественников в странах СНГ и дальнем зарубежье. Такие центры дадут мощный импульс развитию Сибирского региона и, в конечном счете, – устойчивому развитию российской экономики».

Понятно, что развитие таких агломераций нацелено на остановку и разворот сложившихся тенденций оттока населения из восточных районов страны и «опустынивания России». Высокая неизбежная плотность населения в таких центрах допускает применение традиционных схем энерго- и газоснабжения на основе эффекта концентрации генерирующих мощностей и централизованного сетевого хозяйства.

Далее президент РГО говорит, что «в последнее десятилетие идет активное развитие Северного морского пути и инфраструктуры на северном побережье России». Но приводит «пророческую мысль Михаила Ломоносова, что “российское могущество прирастать будет Сибирью и Северным океаном и достигнет до главных поселений европейских в Азии и в Америке”» и говорит о своем убеждении, что «Ломоносов не случайно Сибирь и Северный Ледовитый океан написал через союз “и”. Их следует развивать вместе, а не раздельно, что позволит решить одну из ключевых стратегических задач России – уменьшить диспропорции в развитии западной и восточной частей страны». Таким образом, он акцентирует внимание на необходимости одновременного развития и граничной (прибрежной), и центральной (глубоко континентальной) зон Сибири.

Глава РГО говорит, что «Сибирь является ключевым связующим регионом между Арктикой, Дальним Востоком, Центральной Азией и европейской частью России. Здесь основные залежи природных ископаемых, драгоценных и редкоземельных металлов. Но экономический потенциал центральной – глубинной части Сибири остается нераскрытым».

Понятно, что по традиционной модели освоения – вахтовым способом, с опорой на традиционные схемы энергоснабжения – он так и останется нераскрытым, на радость тем, кто ратует за то, чтобы оставить природные ресурсы в недрах Земли (и лишит тем самым нашу страну одного из ее ключевых конкурентных преимуществ в глобальном разделении труда) вместо того, чтобы говорить о рациональных схемах их освоения, в рамках философии «устойчивого развития», с учетом климатической, природоохранной повестки. Значит нужно менять схему освоения ресурсов Сибири.

«На Сибирь приходится более 40% лесных территорий России, бассейны четырех из пяти крупнейших рек России, а также 35 больших озер. Поэтому экологически чистые природные территории дают возможность развития важнейших секторов экономики будущего – сельского хозяйства с экологически чистой продукцией, туризма, включая спортивный, экологический и культурно-познавательный». И понятно, что для этих новых бизнес-направлений развития российской экономики традиционные схемы энергоснабжения, построенные на «эффекте концентрации мощности» и разветвленном централизованном сетевом хозяйстве, будут непригодны. Эти

новые направления экономического развития носят «точечный» характер, для них требуются индивидуализированные решения по энергоснабжению. Но отказ от «эффекта масштаба», как правило, ведет к удорожанию издержек. А в этих районах экологически чистых территорий с низкой плотностью населения и неизбежно большими расстояниями между очагами экономического освоения и развитие традиционной инфраструктуры окажется неимоверно дорогим. А то и невозможным для обеспечения круглогодичной всесезонной доступности – из-за вечной мерзлоты, короткой навигации, бездорожья... Противовесом этой негативной тенденции может выступать модульный подход, обеспечивающий формирование генерирующих установок необходимой мощности под нужды конкретного «точечного» потребителя (по принципу «Лего»). Но при этом и доставка энергоресурсов к местам производства тепла и электроэнергия должна претерпеть принципиальное логистическое изменение в рамках децентрализованных схем их доставки. А именно: отход от модели «северного завоза», доминирующей сегодня на этих территориях, на реализацию которой может уходить до двух лет. Один из вариантов нового системного решения – грузовые дирижабли со всеми их очевидными преимуществами (см. «Революционные возможности по доставке крупногабаритных и тяжелых грузов на территории со слаборазвитой или отсутствующей инфраструктурой»).

Шойгу пишет, что «Сибирь до сего времени выполняла в основном функцию восточной кладовой страны». Отсюда добытые природные богатства шли на переработку в Европейской части страны, откуда либо на внутреннее потребление, сосредоточенное там же, в Европейской части страны, либо на экспорт, преимущественно в Европу, которая исторически была основным торговым партнером нашей страны в капиталистическом мире. «Теперь же центр мировой экономической активности переместился с Запада в Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР), с центром в Китае, с которым

Сибирь непосредственно граничит на юге, в Алтайском крае», или к которому находится гораздо ближе, чем к Европе. Это значит, что и объемы потенциального спроса на ресурсы (но что гораздо более важно и значимо для нашей страны – на продукцию их высоких переделов) в АТР выше, чем в достигшей уровня насыщения на кривой своего экономического развития Европе. И логистические цепочки для доставки этой продукции (которые, правда, еще предстоит сформировать для такой продукции) на рынки АТР – короче, а значит потенциально дешевле, чем в Европу. Это обеспечивает предпосылки для более высокой конкурентоспособности российской продукции (причем не только и не столько сырья, сколько продукции высоких переделов, производство которой и должно, по-видимому, по задумке, озвученной президентом РФ, происходить в этих новых сибирских агломерациях). Однако все подготовительные работы к новому освоению (начиная с изыскательских) наталкиваются на отсутствие транспортной инфраструктуры и на пределы грузоподъемности самого мобильного на сегодня из имеющихся способов доставки мирных грузов в любую точку – вертолетного (20 тонн для крупнейшего Ми-26).

Уже сам по себе факт такого расположения Сибири является важным фактором не только экономического роста региона, но и его структурной реорганизации. «Экспорт природных ресурсов в АТР и прежде всего в Китай уже идет. Преобладание в экономике Сибири добычи ресурсов и производства продукции нижних переделов, которые преимущественно организованы вахтовым способом, дает недостаточный эффект для экономического развития региона. Ибо экспорт природных ресурсов не требует большого населения, квалифицированных кадров инженерного профиля, а также школ, университетов, где они готовятся». И Шойгу нацеливает начало нового освоения Сибири на создание «в Центральной и Восточной Сибири промышленных и экономических центров, которые будут профилированы в зависи-

Революционные возможности по доставке крупногабаритных и тяжелых грузов на территории со слаборазвитой или отсутствующей инфраструктурой



мости от имеющихся в этих районах энергетических, транспортных и ресурсных мощностей с одновременным благоустройством существующих населенных пунктов и строительством новых агломераций для проживания там людей».

Однако экспорт и движение населения сейчас ограничены перегруженной или даже отсутствующей транспортной инфраструктурой в этом макрорегионе. Что делать? Глава РГО говорит о развитии локальной, региональной и малой авиации для пассажирского авиасообщения. Отдельно он выделяет развитие грузового железнодорожного транспортного коридора – «Кедровый тракт» – безопасного и эффективного маршрута между Европой и Китаем. И что «на всей протяженности транспортных коридоров как в Сибири, так и в других регионах нужно создать производственно-логистические центры, в которых должны быть обеспечены условия для развития перерабатывающих производств. Производственно-логистические центры или кластеры с непосредственным доступом к транспортной артерии – «Кедровому тракту» – создадут практически безбарьерную среду для перемещения материалов и компонентов между участниками производственных цепочек, примерно как полуфабрикаты свободно перемещаются между цехами на производстве».

Все это правильно, но развитие коридоров неизбежно оставляет в стороне значительную часть сердцевины Сибири, куда протянуть традиционную инфраструктуру для обеспечения всесезонной и всепогодной доступности внутренних районов любой крупности будет либо дорого, либо сложно, либо невозможно.

Шойгу приводит пример с деревообработкой: «Регулярно слышим из новостей: “Ах, негодяи, кругляк отправляют на экспорт”. А куда? Ну куда его еще отправлять? Покажите комбинаты в Сибири, которые его возьмут в переработку. Их начали строить в советское время, чтобы делать ДВП, ДСП, фанеру, картон, клееный брус, паллеты, паркетную доску, строительные конструкции... Но сейчас их практически нет. Даже выпуск на экспорт обычной фанеры по стоимости кубометра более чем в шесть раз превосходит стоимость того же объема необработанной древесины». При традиционной транспортной логистике проблема оказывается либо нерешаемой, либо решаемой лишь частично (для районов, приближенных к планируемому транспортным коридорам) и по неизбежно завышенной цене, в том числе с климатической (выбросы CO₂) и экологической (повреждение поверхностного слоя почвы) точек зрения – если вывозить лес с делянок автотранспортом. Нужно нетрадиционное решение – и здесь на помощь могут прийти грузовые дирижабли, лишённые указанных и многих других недостатков. Вывоз кругляка на переработку с мест его заготовки, сколь бы далеко вглубь Сибири не уходили лесозаготовители. Как их туда доставить? Как им обеспечить там не просто приемлемые, но нормальные (общечеловеческие) условия жизни, которые невозможны без адекватного энергообеспечения? Грузовые дирижабли и модульные схемы энергоснабжения на основе мТСПГ являются ответом и на этот вопрос.

Те несколько потенциальных кластеров, которые президент РГО называет в своей статье («Медь и электротехника» между Братском и Красноярском; там же – «Алюминиевая долина»; в Южной Сибири – высокие переделы на

основе коксующегося угля; в районе Канска – углехимическое производство востребованных пластиков из неликвидного сырья; «Лес и строительные материалы» вокруг Лесосибирска) – все это крупные производства на основе «эффекта масштаба», в том числе и для энергогенерирующих мощностей. Шойгу пишет, что «регион – кладёзь “чистой” энергетики, здесь сосредоточено примерно 70% потенциала российской гидроэнергетики, который используется лишь на 10-20%. При этом благодаря имеющемуся профициту электроэнергии в Восточной Сибири при создании новых экономических центров будут необходимы инвестиции только в передачу энергии, а не в генерацию». Это верно, но придется либо размещать все новые, преимущественно энергоёмкие, производства рядом и/или вокруг ГЭС. Либо от ГЭС нужно тянуть ЛЭП к крупным городским агломерациям, куда неизбежно придется собирать население этих новых крупных производств (кластеров), поскольку при низкой концентрации населения инвестиции в сетевое хозяйство оправданы только к крупным центрам. Но ведь нельзя загнать людей лишь в несколько точек – новых городов-миллионников, пусть даже и на основе считающейся «чистой» электроэнергии ГЭС. Это не есть полномасштабное «пространственное освоение». Да и помимо электроэнергии, людям для нормальной жизни нужно еще и тепло. А ГЭС – это только электроэнергия. Тепло (при этом по наиболее экологически и климатически «чистому» варианту) может дать только газ.

«Создание экономических научно-производственных центров потребует инвестиций не только в экономику, но и, прежде всего, в создание привлекательных условий проживания и работы там людей», – пишет Шойгу. Но дальше говорит об этом исключительно через призму создания в Сибири крупных городских агломераций. Мы же ставим перед собой дополнительную задачу – рассмотреть возможность освоения территорий за пределами агломераций путем создания там достойных якорных условий для оседлой, невахтовой жизни, через адекватные системы децентрализованного внесетевого энерго- и газоснабжения на основе мТСПГ, грузовых дирижаблей и модульного принципа балансировки спроса-предложения для населенных пунктов и производственных объектов различной крупности, преимущественно в зоне малых и средних мощностей, там, где вместо «эффекта масштаба» должен работать «эффект индивидуального соответствия».

Модели энергоснабжения для Восточной Сибири

Понятно, что для большинства территорий и населенных пунктов Арктической зоны (в т.ч. к востоку от Урала) энергоснабжение может быть только децентрализованным, локализованным, ибо централизованное сетевое хозяйство в Сибири за пределами крупных городов невозможно по экономике (низкая плотность населения при резком увеличении дальности транспортировки по сравнению с европейской частью). А в условиях вечной мерзлоты – и по технологии...

Каковы в таком случае варианты децентрализованного электроснабжения?

Варианты с мини-АЭС (плавучая АЭС «Ломоносов» и подобные) могут подойти для крупных городов и производственных объектов на крупных реках (доставить и поставить на прикол). В стране имеется исторический опыт эксплуатации стационарной Билибинской АТЭЦ (золотые прииски), но такие проекты – единичны. Проблемой для использования мини-АЭС является прохождение ночного провала в графике нагрузки (низкая маневренность), поэтому они должны работать в энергосистеме с промышленными потребителями с непрерывным производственным циклом. Поэтому они не подходят для энергоснабжения городов (тем более малых) с разуплотненным графиком нагрузки. И нельзя все население свезти в укрупняемые таким образом города (не повторять опыт «бесперспективных деревень» в Европейской части России в 1960-е/1970-е годы).

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), а сегодня это преимущественно ветровая и солнечная энергия, обеспечивают только электропотребление, так как производят только электроэнергию. При этом они метеозависимы, у них «рваный» цикл производства электроэнергии (когда есть солнце и ветер), поэтому для них нужны резервные (балансирующие) мощности. В нынешних условиях это либо мазут, либо уголь. Значит, возникает проблема транспорта и экологии. Альтернативой для решения проблемы экологии может быть газ. Откуда его взять и как и в каком виде его доставить – об этом ниже.

Вариант с мини-гидро, но без строительства плотин (ГЭС плотинного типа, с большим объемом земляных и бетонных работ – не для условий вечной мерзлоты), то есть на основе прямоточных турбин, возможен как частные локальные решения малой и микромощности. Но не для круглогодичного, а лишь для сезонного использования в Сибири, где реки имеют обыкновение замерзать не только зимой, но с осени по весну.

Остальные ВИЭ (волновая, приливная, геотермальная и т.п.) – пока экзотика и не могут стать системным решением. В России действуют пять геотермальных электростанций: три на Камчатке и две на островах Курильской гряды. Понятно, что за пределами этой зоны повышенной сейсмоактивности ГеоЭС не получают распространения. Первая и пока единственная в России приливная электростанция (Кислогубская ПЭС) действует в Мурманской области. Еще три проекта ПЭС (два на Дальнем Востоке, один на Белом море) нацелены на экспортно-ориентированное производство водорода (оставим в стороне оценку реалистичности этих планов).

Угольные, мазутные электростанции (конденсационные и/или теплофикационные) и/или котельные как основной или как резервный источник энергоснабжения – это вопросы экологии, логистики доставки топлива (Северный завоз), низкой калорийности угля – 7 тыс. ккал/кг против 10-11 у нефти/газа, но нефтепродукты много грязнее по выбросам CO₂, чем газ.

Значит, остается природный газ. Сетевой не проходит – разоримся на инфраструктуре. Сжатый или сжиженный? Сжиженный, так как в 600 раз меньший объем при той же калорийности.

Итак, СПГ – как безальтернативная опция (если идти «от противного» – по принципу Родена, который, как он говорил,

«брал глыбу мрамора и отсекал все лишнее») для энергоснабжения Восточной Сибири и Арктической зоны.

Децентрализованная газификация на базе мтСПГ – это не привычная в нашей стране гигантомания, это другая часть спектра экономических решений. Это не опора на эффект масштаба. Это не попытка говорить о сверхдержаве (неважно какой: ядерной, энергетической, водородной), где масштабы имеют первостепенное значение... Это иная экономическая логика. Это индивидуализация. Это подстройка производства под индивидуальные особенности конкретных потребителей (групп потребителей), живущих на конкретных территориях, с учетом особенностей этих территорий (среди основных: нет постоянных дорог и есть вечная мерзлота). То есть это принципиально иная технико-экономическая модель газификации и энергоснабжения на ее основе.

Причем эта модель – энергоснабжение на основе мтСПГ – должна работать в связке с моделью децентрализованного производства электроэнергии на основе ВИЭ. Большая часть территории России непригодна для централизованного энергоснабжения. Значительные территории пригодны лишь для автономного энергоснабжения, а многие – до сих пор не электрифицированы. ВИЭ могут и должны частично решить проблему электрификации неэлектрифицированных пока очаговых территорий. Но в одиночку, то есть полностью, они эту проблему решить не смогут в силу своей метеозависимости, неприменимости многих доступных сегодня технологических решений электрификации на основе ВИЭ для не крупных муниципальных образований и производств (крупные ГЭС, солнечные электростанции – СЭС). Остается преимущественно ветровая энергия – ветровые электростанции (ВЭС). Но у них, по определению, низкий коэффициент использования установленной мощности (КИУМ, в среднем по ЕС для ВЭС на суше он равен примерно 20%, а для ветроустановок морского базирования КИУМ составляет примерно 50%, что существенно выше, чем для СЭС и для наземных ВЭС), и системное несоответствие графику электрической нагрузки. Значит, в отсутствие промышленных накопителей энергии (эта проблема еще долго не будет решена) нужны резервные генерирующие установки. Причем не исторически традиционные для этих мест угольные котельные или дизельные электрогенераторы, а современные экологичные установки. Значит, это будут газовые (парогазовые) установки/турбины: теплофикационные (для выработки тепла и электроэнергии) или конденсационные (для выработки электроэнергии). Таким образом, мтСПГ будет востребован как в качестве самостоятельного источника децентрализованного энергоснабжения удаленных районов, так и в качестве источника резервного энергоснабжения, работающего в паре с ВЭС.

Дорожная карта мтСПГ Правительства России

Правительство России в феврале 2021 г. утвердило «Дорожную карту» по развитию рынка мтСПГ и газомоторного топлива (ГМТ) в Российской Федерации на период до 2025 г. [5]. Цель – «увеличение объемов производства и использования мтСПГ для газификации и в качестве моторного топлива».

Текущее состояние развития мтСПГ для целей российской экономики можно охарактеризовать как находящееся в эмбриональном состоянии: в настоящее время в РФ функционируют 11 заводов по производству мтСПГ общей производительностью 0,1 млн тонн в год и фактической загрузкой около 40%. СПГ на внутренний рынок поставляют только восемь заводов. СПГ газифицировано 1145 квартир и домовладений в четырех населенных пунктах РФ.

«Дорожная карта» предлагает план мероприятий из 29 пунктов, содержание которых показывает, что страна пока находится лишь в начале пути. Вопросам пожарной безопасности посвящено девять пунктов плана; промышленной безопасности и безопасности объектов ТЭК – 4; налогообложению, бюджетному регулированию и другим экономическим мерам – 3; снятию административных барьеров для строительства малотоннажных объектов производства, хранения и использования СПГ и эксплуатации транспортных средств, работающих на природном газе, – 4; стимулированию спроса на природный газ как ГМТ в публичной сфере (органы государственной власти, муниципальные органы, организации с государственным и муниципальным участием, организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности) – 6 пунктов; стимулированию производства транспортных средств, использующих СПГ в качестве моторного топлива, и их компонентов – 1 пункт.

Два пункта «Дорожной карты» посвящены развитию российских технологий мтСПГ, в том числе п. 21, озаглавленный как «Подготовка предложений о приоритетах развития техники и технологий объектов мтСПГ», в соответствии с которым Минпромторг России, Минэнерго России, Государственная корпорация по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех» должны были подготовить доклад в Правительство РФ к июлю 2021 г. Просим считать эту статью вкладом авторов в подготовку таких предложений. Еще одним направлением развития мтСПГ может быть набор предложений об оценке перспектив формирования черноморско-дунайского бассейна мтСПГ [6-10], где Россия может получить очевидные конкурентные преимущества, но эта тема выходит за рамки данной статьи.

Энергопотребление: модульный подход

Для эффективного решения проблемы надежного и устойчивого энергоснабжения на основе мтСПГ необходим модульный подход. То есть стандартизация и унификация отдельных блоков технических решений, чтобы на основе типовых модулей можно было собирать (как в конструкторе «Лего») генерирующие установки заданной мощности. Заданной – это значит соответствующей тому объему спроса на электроэнергию и тепло, который задает соответствующее муниципальное образование (населенный пункт и его производственные, коммерческие и коммунальные объекты). В основе блока генерации – газовая конденсационная (производство электроэнергии) или теплофикационная (производство электроэнергии и тепла) установка. Необходим дискретный ряд генерирующих мощностей для малых населенных пунктов разной крупности, чтобы компенсировать

за счет модульности и стандартизации отсутствующий при децентрализованном энергоснабжении эффект масштаба.

Это же относится и к необходимости разработки дискретного ряда модульных установок по производству мтСПГ и его расфасовке на выходе с установки в стандартные 20-футовые или 40-футовые криогенные танк-контейнеры. На основе сборок из таких танк-контейнеров должны формироваться заправочные комплексы, которые будут обслуживать как локальные мощности децентрализованной газовой генерации, так и локальный автотранспорт, работающий на СПГ для пассажирских (внутри муниципальных образований и, там где для этого есть возможность, – в виде наличной инфраструктуры, между соседними населенными пунктами) и грузовых локальных же перевозок.

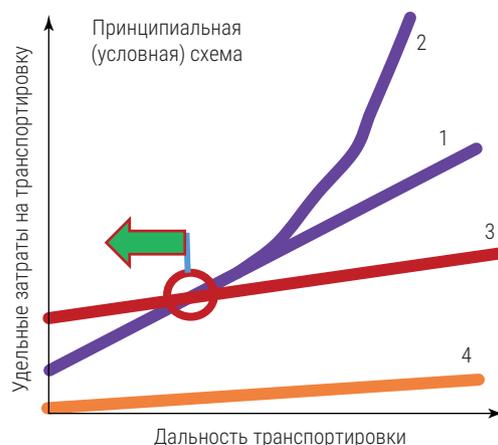
Трубопроводы реальные и виртуальные

Как известно, основные затраты в добычу и доставку сетевого газа потребителю, особенно при обширных российских территориях, приходится на трубопроводные системы транспортировки. При дальней транспортировке на них может приходиться до 80% всех затрат. Отсюда их линейный крутой рост с увеличением дальности транспортировки по реальным трубопроводам (см. кривая 1 на рисунке «Трубопроводы реальные и виртуальные»).

Экономика масштаба предопределяет целесообразность дальнего транспорта газа для больших объемов поставки. Значит, необходимы крупные покупатели: промышленные потребители и/или высокая плотность населения, что подходит для хорошо освоенных районов. Однако с увеличением дальности транспортировки и уменьшением плотности населения происходит экспоненциально крутой рост удельных затрат транспортировки для реальных трубопроводов (см. кривая 2 на рисунке «Трубопроводы реальные и виртуальные»).

Крупнотоннажный СПГ (ктСПГ) представляет по сути «виртуальный трубопровод» для морских грузоперевозок (доставка от побережья к побережью), где физическая трубопроводная доставка невозможна. Таким образом, СПГ решает проблему технической невозможности иных способов

Трубопроводы реальные и виртуальные



доставки газа потребителю. Дальность транспортировки СПГ увеличивает затраты незначительно (кривая 3 на рисунке «Трубопроводы реальные и виртуальные»). При возможности двух видов транспортировки – труба и СПГ, последний выигрывает на больших расстояниях. Однако при доставке вглубь территории от побережья требуется перегрузка ктСПГ на другой вид транспорта: в случае регазификации – это передача ставшего сетевым газом по трубопроводу; в случае перегрузки для дальнейшего использования в сжиженном виде (в виде мтСПГ) – это заливка в цистерны для дальнейшей доставки автомобильным, железнодорожным или речным транспортом. Но эти схемы работают в освоенных районах с имеющейся транспортной инфраструктурой.

Связка «мтСПГ плюс грузовые дирижабли» представляет из себя также «виртуальный трубопровод», но для поставок на суше. Решает проблему технической невозможности круглогодичной поставки. Обеспечивает возможность применения принципа модульности для энергоснабжения потребителей разной крупности. Это наименее затратный вид доставки, который практически не зависит от дальности транспортировки (см. кривая 4 на рисунке «Трубопроводы реальные и виртуальные»).

Решение проблемы транспортной доставки

С нашей точки зрения, в районах Арктической зоны, Крайнего Севера, Сибири или на отнесенных к ним сухопутных территориях никогда не будет постоянной традиционной транспортной инфраструктуры, которая эффективно связывала бы эти территории по земле, по воде или существующими средствами воздушной доставки (люди, грузы) в круглогодичном режиме. Поэтому ни один вид традиционного транспорта не сможет обеспечить регулярной, всесезонной, устойчивой, надежной, бесперебойной доставки танк-контейнеров с криоцистернами с мтСПГ от мест его производства в места назначения (см. «СПГ и транспортные решения по его доставке потребителям в Сибири и Арктической зоне»).

Что касается железных и автодорог: всеобъемлющей дорожной инфраструктуры в этих районах нет и не будет, не в последнюю очередь из-за вечной мерзлоты (сезонное оттаивание, вспучивание грунтов, ведущее к регулярным деформациям дорожного полотна) и отсутствия потребности в высокой провозной способности магистралей. Поэтому возможны только отдельные новые линии к новым крупным промышленным объектам (типа расширения углевозных магистралей для якутского угля). Указанные проблемы будут либо делать очень дорогим строительство диверсифицированной дорожной транспортной инфраструктуры (низкая провозная способность дорог, чтобы окупить существенно более высокие, по этой причине и из-за преодоления проблем вечной мерзлоты, затраты на их создание). Либо окажется просто технически невозможно охватить такой инфраструктурой все населенные пункты для работы в круглогодичном режиме. Значит, какие-то муниципальные образования все равно окажутся вне круглогодичного доступа. Но если основные пассажирские перевозки можно переложить на плечи большой и малой авиации, то регулярные грузоперевозки – нет, имея в виду перевозки мтСПГ для энергоснабжения всех, в том числе удаленных и малонаселенных – а таких здесь абсолютное большинство, – муниципальных образований. Поэтому строительство авто- и железнодорожной инфраструктуры – это точечная задача для связывания между собой лишь некоторых центров концентрации населения или промышленных предприятий, обладающих достаточным объемом существующей или перспективной грузовой базы.

Что касается строительства трубопроводов для энергоснабжения указанных территорий: мы уже пояснили в первой части статьи, что речь идет о территориях, фактически не охваченных «технически возможной», то есть преимущественно сетевой, газификацией. Мы ведем речь о территориях за пределами 83% газифицированных домохозяйств, где сетевая газификация (то есть использование магистрального трубопроводного транспорта) технически невозможно либо совершенно разорительна по определению.

СПГ и транспортные решения по его доставке потребителям в Сибири и Арктической зоне



Грузовые дирижабли «Атлант»



Грузоподъемность: 68 т
 Дальность: 2000 км
 Объем гелия: 90000 м³
 Скорость: 150-180 км/час
 Потребление топлива:
 850 л/час (керосин/СПГ)



Речь, однако, не идет о формировании локальных распределительных сетей внутри населенных пунктов при децентрализованном их газоснабжении на основе мтСПГ.

Морской транспорт может обеспечить доставку мтСПГ в криогенных танк-контейнерах в прибрежные порты по трассе Севморпути в круглогодичном режиме (контейнерами ледового класса либо обычного класса с ледокольным сопровождением). Но возникает вопрос: как его оттуда доставить вглубь континента? Речной транспорт (грузовые баржи) может работать только в период короткого погодного окна – короткой навигации. Конечно, проблема энергоснабжения (электроэнергия и тепло) стоящих на реках крупных городов или крупных промышленных объектов с приданной им социальной инфраструктурой может быть решена на основе малых плавучих атомных электростанций, поставленных на прикол (типа «Академик Ломоносов»). Но это – счастливый удел только именно крупных жилых и/или промышленных объектов.

Традиционный авиатранспорт (вертолеты и самолеты) для целей регулярного энергоснабжения (регулярная челночная доставка криогенных цистерн в танк-контейнерах – туда заполненные, обратно пустые) непригоден. Самый большой вертолет в мире Ми-26 имеет грузоподъемность в грузовой кабине или на внешней подвеске – 20 тонн, что почти вдвое меньше веса 40-футового танк-контейнера с заполненной СПГ криоцистерной (36 тонн).

Таким образом, никакой из видов традиционного транспорта, равно как их совокупность не могут создать разветвленную транспортную сеть, которая могла бы покрыть всю территорию Арктической зоны и/или Крайнего Севера и приравненных к нему местностей, чтобы обеспечить круглогодичную внесезонную доставку экологичного топлива (природный газ в виде мтСПГ) в целях энергоснабжения и газификации муниципальных образований и производственных объектов этих территорий.

Но эту задачу легко решают грузовые дирижабли «Атлант» грузоподъемностью 68 тонн и дальностью полета 2000 км (см. «Грузовые дирижабли «Атлант»).

Где брать мтСПГ и логистика доставки

Мы видим в Арктической зоне и восточных районах России три существующих или потенциальных центра про-

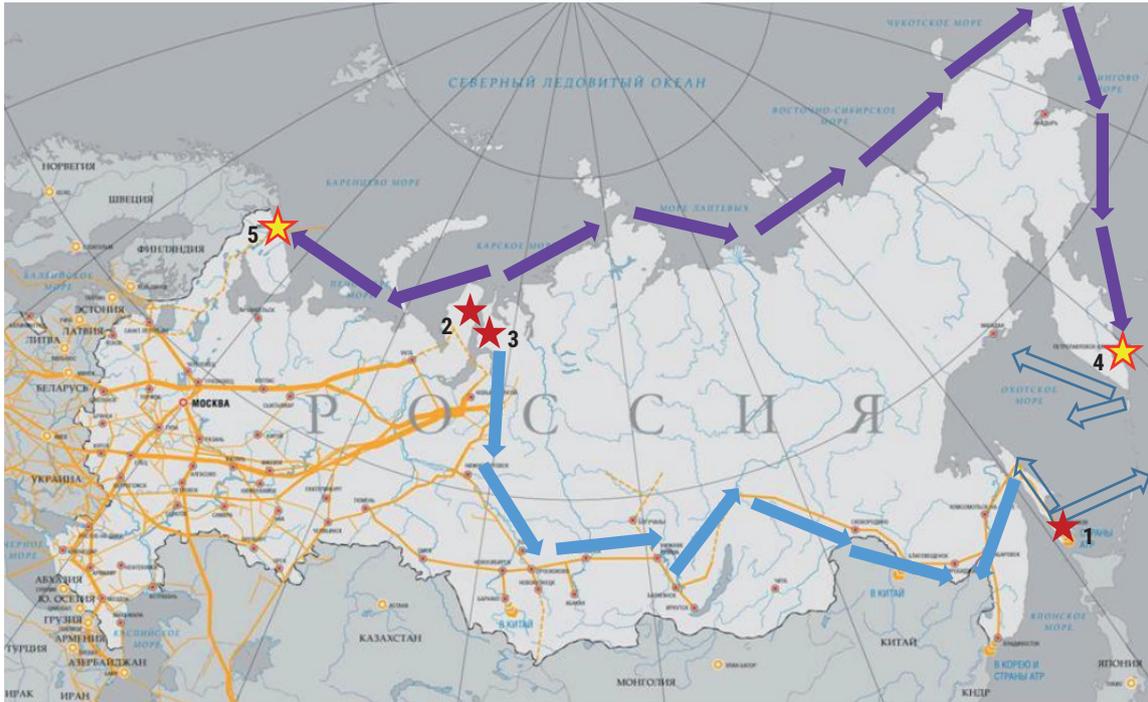
изводства мтСПГ, которые мы рассматриваем в качестве возможных источников энергоснабжения территорий, не охваченных сегодня централизованным электроснабжением и/или «технически возможной» газификацией. На этих проектах могут быть выделены технологические линии по заполнению криогенных танк-контейнеров мтСПГ.

Во-первых, это проект «Сахалин-2» компании «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани» (консорциум в составе «Газпром», Shell, Mitsui, Mitsubishi), включая его третью очередь, плюс два проекта «Новатэка» – Ямал СПГ («Новатэк», Total, CNPC и Фонд Шелкового пути) и Арктик СПГ («Новатэк», Total, CNPC, Mitsui и JOGMEC.). Плюс к этому наличные объемы СПГ будут доступны на двух перегрузочных терминалах СПГ – на Камчатке и в Мурманске (см. «Внешний контур для децентрализованного газоснабжения районов к востоку от Урала и Арктической зоны...»).

Поэтому при создании технологической линии в рамках третьей очереди проекта «Сахалин-2» или в Ямальском кластере производства СПГ по его «расфасовке» там же в криогенные танк-контейнеры, этот уже малотоннажный, или мтСПГ (в отличие от крупнотоннажного, или ктСПГ, который танкерами-метановозами ледового класса идет на восток или запад на перегрузочные терминалы), оттуда может поставляться контейнерами ледового класса или обычного класса с ледокольным сопровождением, по трассе Севморпути (СМП) также в восточном и западном направлении, но с иным предназначением. Цель – порты населенных пунктов по трассе СМП, где эти танк-контейнеры будут разгружаться как для нужд энергоснабжения данного населенного пункта, так и для складирования на специально оборудованных площадках для последующей транспортировки грузовыми дирижаблями вглубь континента (см. «Типовые танк-контейнеры для перевозки СПГ и варианты их складирования»).

Логистика размещения площадок складирования танк-контейнеров с криогенными цистернами по трассе СМП и баз обслуживания дирижаблей обосновывается, исходя из оптимизации стандартной транспортной задачи: необходимо оптимизировать зоны охвата территории с разных площадок базирования, чтобы минимизировать транспортную работу в рамках заданных ее объемов по конкретным населенным пунктам территории. Понятно, что такая работа требует системного специализированного оператора, а не набора индивидуальных частных решений. Контейнеро-

Внешний контур для децентрализованного газоснабжения районов к востоку от Урала и Арктической зоны => для размещения заводов мтСПГ и мест базирования грузовых дирижаблей со складскими площадками криогенных танк-контейнеров



- 1 – Сахалин-2
- 2 – Ямал СПГ
- 3 – Арктик СПГ
- 4 – перегрузочный терминал СПГ, Камчатка
- 5 – перегрузочный терминал СПГ, Мурманск

зы идут с Ямала на восток и запад с заполненными танк-контейнерами с мтСПГ, разгружая их по трассе следования. Одновременно – или на обратном пути – они забирают на борт с площадок хранения пустые цистерны, которые доставляются на эти площадки возвратными рейсами грузовых дирижаблей с соответствующих населенных пунктов в глубине территории. Таким образом, ни контейнеровозы, ни грузовые дирижабли не совершают холостых пробегов и порожних рейсов. Туда – с газом в танк-контейнерах, обратно – с возвратной тарой.

На востоке, с перегрузочного терминала на Камчатке либо с завода СПГ в Пригородном (проект «Сахалин-2», например, при формировании третьей очереди проекта), при создании технологической линии по расфасовке СПГ в криогенные цистерны – танк-контейнеры, можно покрыть поставками мтСПГ всю прибрежную зону Охотского, Японского и Берингова морей. Как для энергоснабжения прибрежных населенных пунктов, так и для создания в некоторых из них баз складирования танк-контейнеров с криоцистернами для последующей доставки дирижаблями вглубь кон-

Типовые танк-контейнеры для перевозки СПГ и варианты их складирования



20-футовые
(вариант складирования)



40-футовые

тинента с восточного направления. Понятно, что эффективное плечо дальней доставки с побережья вглубь территории будет определяться именно дирижаблями. За исключением тех частных (точечных) случаев, когда в наличии имеются постоянно действующие авто- или железные дороги.

Такая же схема может быть применена и при доставке мтСПГ с площадок складирования танк-контейнеров с криоцистернами на Мурманском перегрузочном узле. Правда, в этой части России площадь территорий, не охваченных централизованным электроснабжением и/или газификацией, а также дорожной инфраструктурой, меньше, чем на востоке страны. Поэтому основное применение грузовых дирижаблей мы увидим, скорее, для районов к востоку от Урала.

Сказанное относилось к доставке мтСПГ вглубь континента с севера и/или востока Арктической зоны/районов Крайнего Севера и приравненных к ним.

Во-вторых, это газопроводы «Сила Сибири – 1» и «Сила Сибири – 2», трассы которых проходят по южной и западной границам рассматриваемых районов. Некоторые компрессорные станции на этих газопроводах могут стать местами размещения заводов мтСПГ и размещения площадок складирования танк-контейнеров с криоцистернами. Конкретные места их расположения – также предмет для решения логистической транспортной задачи. Отсюда танк-контейнеры с криоцистернами с мтСПГ могут доставляться грузовыми дирижаблями, в режиме отсутствия холостых пробегов, в населенные пункты в глубине территории Восточной Сибири и Дальнего Востока.

В-третьих, освоение отдельных газовых месторождений внутри обширного Арктического региона (например, в Якутии) должно быть нацелено на его сжижение на месте, «расфасовку» в криоцистерны в танк-контейнерах и использование для нужд газификации этого региона, где средство доставки – те же грузовые дирижабли. Освоение многочисленных мелких и средних месторождений газа в Восточной Сибири (за рамками освоения гигантов для трубопроводного транспорта) может вестись на основе модульных схем. Грузовые дирижабли будут использоваться в этом случае как средство доставки модулей с оборудованием для освоения месторождений и для производства мтСПГ, «фасуемого» в танк-контейнеры, и для доставки этих танк-контейнеров на место назначения или на логистические площадки, откуда они могут уже другим видом транспорта (при его наличии – например, железнодорожным, автомобильным, а также при экономической целесообразности такой перегрузки) доставляться конечным потребителям как внутри страны, так и на экспорт.

Небольшой срок разработки отдельных мелких месторождений «на истощение» подразумевает необходимость регулярного монтажа-демонтажа оборудования и доставки его на новые месторождения по мере срабатывания действующих (старых). Дирижабли дают не только возможность обеспечить такую доставку с объекта на объект в условиях бездорожья, но и возможность производства и комплектации оборудования в крупнотоннажных модулях, чтобы сократить сроки, затраты и повысить надежность монтажа-демонтажа на объектах добычи и сжижения газа. Избытки произведенного мтСПГ (сверх потребностей газификации внутренних

потребителей региона) можно направлять, через существующую транспортную несетевую инфраструктуру, на экспорт. Первая поставка мтСПГ из Восточной Сибири на экспорт на новый рынок – в Монголию – осуществлена ООО «Газпром экспорт» в 2019 г. Груз был отгружен в крио-танк-контейнерах в Якутске 22.10.2019 и по железной дороге прибыл в Улан-Батор 04.11.2019 для использования там в качестве моторного топлива на муниципальном транспорте. Объем партии составил 36,0 тонн СПГ (экв. ок. 50 тыс. м³ газа). Грузоправителем выступило ООО «Сибирская топливно-энергетическая компания» («СиТЭК»). Покупатель – монгольская компания «УБ Метан» [11]. При этом нарастить объем поставки по региону (в условиях отсутствия разветвленной инфраструктуры), как внутри страны, так и на экспорт, мешает только отсутствие транспортного средства, способного поднять такой танк-контейнер и доставить его по назначению в любое время года. Таким транспортным средством может стать единственно грузовой дирижабль, который легко поднимает не только такой, но и значительно более тяжелый танк-контейнер (см. «Грузовые дирижабли «Атлант»).

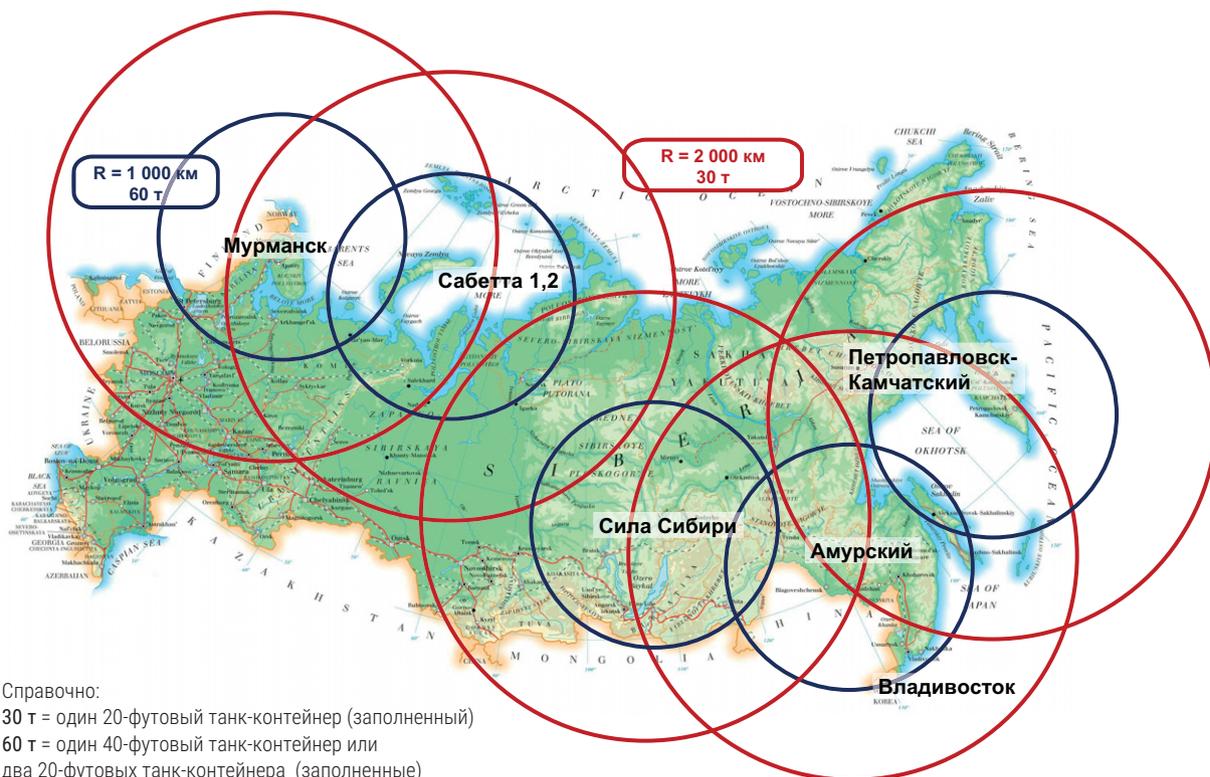
Эффективная грузоподъемность дирижабля зависит от расстояния перевозки. Поэтому логистика покрытия территории Сибири и Арктической зоны транспортной сетью грузовых дирижаблей предполагает как более разреженную (см. «Эффективная грузоподъемность дирижабля в зависимости от расстояния перевозки (пример более разреженной сетки покрытия)»), так и более плотную их сетку (см. «Повышение эффективности перевозки СПГ с опорой на существующую инфраструктуру или местный завод СПГ (более плотная сетка покрытия)» в виде «кругов покрытия»).

Выводы

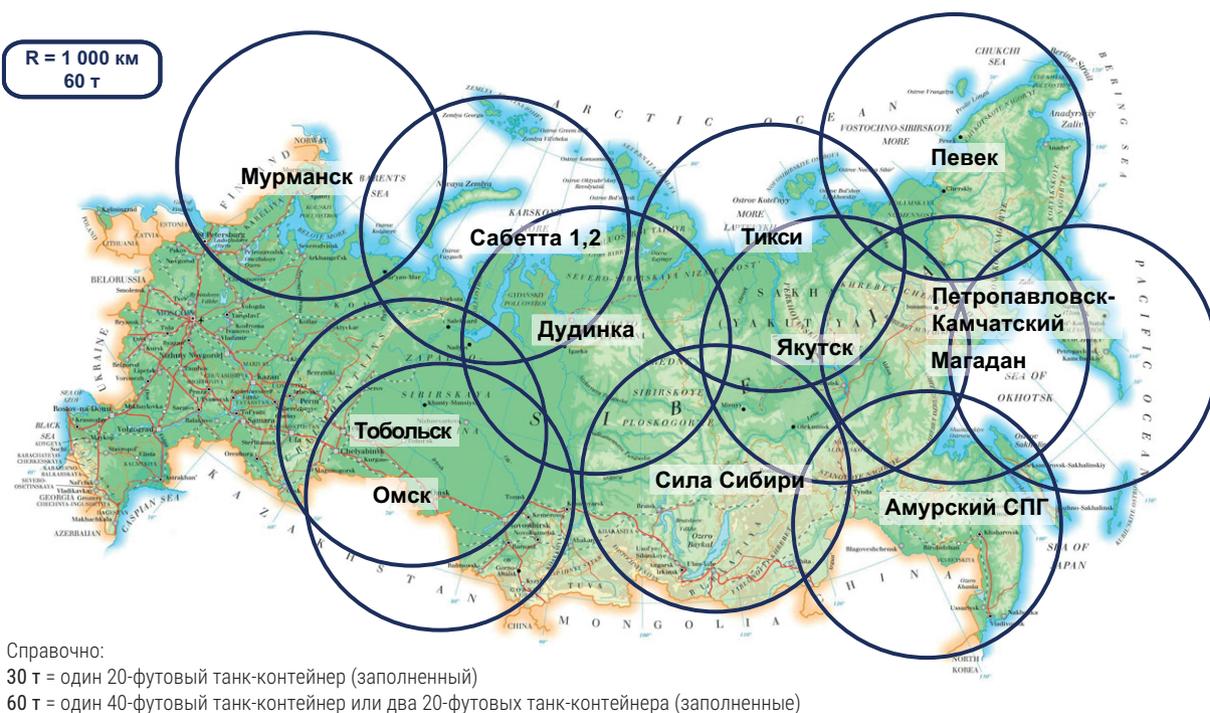
Грузовым дирижаблям может принадлежать ключевая роль в программе автономной (децентрализованной, несетевой) газификации удаленных районов и населенных пунктов, лишенных регулярного транспортного сообщения, так как газификация имеет смысл только при регулярной доставке СПГ. Этой регулярности и доступности не может обеспечить ни один иной вид транспорта (авто, ж/д, речной, авиа – в силу различных ограничений). Системное бездорожье, являющееся непреодолимой проблемой для всех других видов транспорта, – это основной конкурентный плюс для грузовых дирижаблей. На основе мтСПГ, доставляемого грузовыми дирижаблями в сменяемых (сменных) криогенных танк-контейнерах (что предопределяет отсутствие порожних рейсов и существенно улучшает экономику), может осуществляться:

- автономная газификация (теплоснабжение), поскольку даже локальное сетевое теплоснабжение может быть нецелесообразно в зоне вечной мерзлоты;
- автономная электрификация на основе связи мтСПГ плюс конденсационные или теплофикационные установки малой мощности. При этом модульные установки дают возможность подобрать оптимальный размер генерирующих установок для населенных пунктов разной крупности с разным уровнем спроса на электроэнергию и тепло;

Эффективная грузоподъемность дирижабля в зависимости от расстояния перевозки
(пример более разреженной сетки покрытия)



Повышение эффективности перевозки СПГ с опорой на существующую инфраструктуру или местный завод СПГ
(более плотная сетка покрытия)



Дирижабль СССР-В12 «Патриот»

Страна: СССР

Производитель: 1-й ОВД ВДВ РККА

Первый полет: 17.05.1942 г.

Тип: мягкий

Объем, м³: 2 600

Максимальная скорость, км/ч: 75

Максимальная грузоподъемность, кг: 1 000

В 1938 году дирижабль СССР-В1 был разобран вследствие износа материальной части. В 1939 году, после замены оболочки, дирижабль был восстановлен силами 1-го ОВД ВДВ РККА (отдельный воздухоплавательный дивизион воздушно-десантных войск рабоче-крестьянской Красной Армии) под именем СССР-В1 бис. Первый полет восстановленный дирижабль СССР-В1 бис совершил 1 мая 1939 года.

В марте 1940 года СССР-В1 бис был разобран, и только в апреле 1942 года был снова восстановлен под регистрационным номером СССР-В12. Было предложено использовать этот дирижабль для тренировки десантников (прыжки с парашютом), для экономии самолетов и горючего. Дирижабль применялся для доставки и обеспечения водородом десантных аэростатов ВДВ, используемых для подготовки парашютистов.

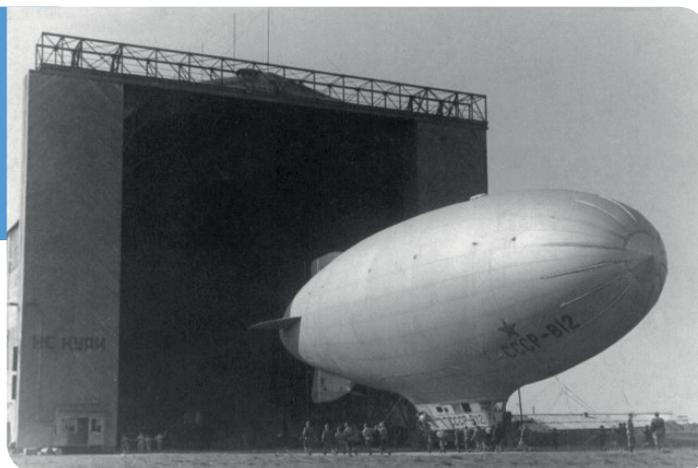
После войны СССР-В12 успешно применялся на таксации лесов в Кировской области.

В 1947 году при вводе в эллинг порывом ветра дирижабль СССР-В12 был брошен на створку ворот эллинга, по которой шла проводка к электроприводам ворот. Произошло замыкание, которое привело к прожогу оболочки дирижабля, вспыхнул водород. Дирижабль сгорел прямо в воротах, наполовину введенный в эллинг. К счастью, никто не пострадал, т.к. командир корабля Устинович успел высадить экипаж из гондолы. Это была третья катастрофа-пожар, в которой побывал Владимир Устинович (СССР-В6, СССР-В7, СССР-В12).

Металлоконструкции сгоревшего дирижабля конструктор Б.А. Гарф использовал при постройке дирижабля «Патриот» в 1947 году.

Дирижабль «Патриот» (объем 3 000 м³, скорость 80 км/ч, грузоподъемность 1 100 кг) успешно прошел заводские испытания, но в практической работе востребован не был.

Источник: <http://aviary.pf/aviamuseum/airplanes/sss/dirizhabli-sss/dirizhabl-sss-v12-patriot/>



- криогенные АЗС (модульные криоАЗС разной мощности) для локального перевода на газомоторное топливо автотранспорта внутри и вокруг даже изолированных от больших автодорог населенных пунктов.

Важным дополнением является и тот факт, что дирижабли обеспечивают внутренний рынок сбыта для гелия, в том числе после выхода Амурского ГПЗ на проектные показатели. ❗

Список литературы

1. Я. Миркин. Гадание на карте России. Статистика знает, что случится в 2020 году. «Российская газета», 29.12.2019, (<https://rg.ru/2019/12/29/iakov-mirkin-v-strane-dolzno-byt-po-chelovecheski-teplo.html>).
2. Послание Президента Федеральному Собранию, 21.04.2021 (<http://www.kremlin.ru/events/president/news/62582>).
3. Программа газификации регионов России 2021–2025. // ПАО «Газпром», (<https://gazprommap.ru/>).
4. Сергей Шойгу – о новых городах в Сибири. Полная версия. // РБК, 06.09.2021 (<https://www.rbc.ru/politics/06/09/2021/6131fab69a79471a71a0b412>).
5. План мероприятий («Дорожная карта») по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 года. Утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2021 г. № 350-р

(<http://static.government.ru/media/files/07li6Dr01ViAAmoiNZIA5hMXVdmwzFb.pdf>).

6. А. Хауг, А. Конопляник. Голубое топливо для Черного моря и Дуная. Перспективы формирования рынка бункеровки СПГ в Черноморско-Дунайском регионе. // «Нефтегазовая Вертикаль», 2020, № 7, С. 10-19.
7. А. Сергаева, А. Конопляник. Малотоннажный СПГ: новые возможности для российского газа в Европе. // «Газовая промышленность», 2019, №7, С. 40-52.
8. А. Конопляник. Малотоннажный СПГ: новый game-changer? Новые возможности для российского газа на внешнем и внутреннем рынке. // «Газ-Информ» (Вестник «Газового клуба», Ежеквартальный научно-технический журнал), 2018, №4 (62), С. 26-31.
9. А. Сергаева, А. Конопляник. Малотоннажный СПГ открывает новые рыночные ниши для российского газа в Европе. // «Газ-Информ» (Вестник «Газового клуба», Ежеквартальный научно-технический журнал), 2018, № 3 (61), С.12-16.
10. А. Сергаева, А. Конопляник. Зарождение рынка сжиженного природного газа в Дунайском регионе (Аналогии развития рынка СПГ Дунайского региона и региона Северного и Балтийского морей) // «Транспорт на альтернативном топливе», 2018, №2 (62), С. 32-43.
11. Состоялась первая поставка российского газа в Монголию // ООО «Газпром экспорт», 06.11.2019 (<http://www.gazpromexport.com/presscenter/press/2406/>)