

СПГ В РОССИИ

Путь производственных мощностей

СОПЕРНИЧЕСТВО США И РОССИИ В СФЕРЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НАЧАЛОСЬ ЕЩЕ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX В. РАЗДЕЛ НЕФТЯНОГО РЫНКА МЕЖДУ ДВУМЯ ВЕЛИКИМИ ДЕРЖАВАМИ С ПЕРЕМЕННЫМ УСПЕХОМ ПРОДОЛЖАЕТСЯ ДО СИХ ПОР, А С СЕРЕДИНЫ ПРОШЛОГО ВЕКА АКТИВИЗИРОВАЛАСЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНЖЕНЕРОВ И УЧЕНЫХ ОБЕИХ СТРАН В ОБЛАСТИ КРИОГЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, КОТОРЫЕ СЕГОДНЯ НАИБОЛЕЕ ВОСТРЕБОВАНЫ НА РЫНКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

THE RIVALRY BETWEEN THE UNITED STATES AND RUSSIA IN THE FIELD OF HYDROCARBON PRODUCTION BEGAN IN THE SECOND HALF OF THE 19TH CENTURY. THE OIL MARKET-SHARING BETWEEN THE TWO GREAT POWERS WITH MIXED SUCCESS CONTINUES TO THIS DAY, AND FROM THE MIDDLE OF THE LAST CENTURY, THE ACTIVITIES OF ENGINEERS AND SCIENTISTS OF BOTH COUNTRIES IN THE FIELD OF CRYOGENIC TECHNOLOGIES, WHICH ARE MOST IN DEMAND ON THE NATURAL GAS MARKET, HAVE INTENSIFIED

Ключевые слова: сжиженный природный газ, малотоннажный СПГ, арктический каскад, газовая отрасль, экспорт СПГ, заводы, история газовой отрасли, СПГ-проекты.

Карпов Алексей Борисович

ассистент кафедры Газохимии
РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина

Мещерин Игорь Викторович

доцент кафедры Газохимии
РГУ нефти и газа (НИУ) имени
И.М. Губкина,
к.т.н.

Козлов Андрей Михайлович

доцент кафедр Газохимии
и Оборудования
нефтегазопереработки
РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина,
к.т.н.

Бутырская Ксения Георгиевна

старший преподаватель
кафедры сооружения и
ремонта газонефтепроводов
и хранилищ РГУ нефти и газа
(НИУ) имени И.М. Губкина

В 1944 г. после запуска первого в мире завода СПГ (в штате Огайо США) в СССР создается правительственная комиссия под руководством заместителя председателя Совета народных комиссаров Сабурова М.З. по изучению возможностей аналогичного советского производства [1].

Первый проект завода СПГ появился в нашей стране в 1945–1947 гг., когда остро встал вопрос о регулировании суточной неравномерности потребления газа из газопровода «Саратов – Москва». Было принято решение о строительстве в конце газопровода (ныне поселок Развилка Московской области) завода по сжижению природного газа. По мере появления избытка природного газа завод должен был его сжижать, извлекая при этом гелий. Полученный таким образом сжиженный газ, хранящийся в специальных наземных изотермических хранилищах, при появлении дефицита путем регазификации должен был снова превращаться в газ и подаваться потребителям.

Однако этому решению не суждено было сбыться. Мир вступал в эпоху холодной войны, и американские фирмы, которые по ленд-лизу должны были комплексно поставлять оборудование для газопровода, отказались от

завершения поставки оборудования для этого завода. СССР же в то время не располагал собственным производством изотермических резервуаров для хранения в них сжиженного природного газа при температуре -165°C [2]. В результате от СПГ отказались и проект был переориентирован на газгольдерное хранение под давлением.

Рассматривался и экспортный вариант производства. В 1949 году правительственная комиссия по изучению возможностей производства СПГ пришла к выводу, что в СССР наиболее оптимальным сырьем для СПГ, который будет в основном экспортным продуктом, является газ Нижнего и Среднего Поволжья. Экспортировать продукт планировали через Астрахань или Новороссийск. К концу 1953-го планировалось утвердить окончательный вариант, как сейчас говорят, СПГ-кластера – южнее г. Куйбышева или вблизи Астрахани. Но уже весной того же года проект, как и многие другие индустриальные планы, был отменен [1].

В тот же период было решено отказаться от хранения газа в газгольдерах и построить в подмосковном поселке Развилка установку СПГ. Мини-завод СПГ был построен в 1953 году. В 1954 году получен жидкий метан, освоена

СПГ-проекты в России

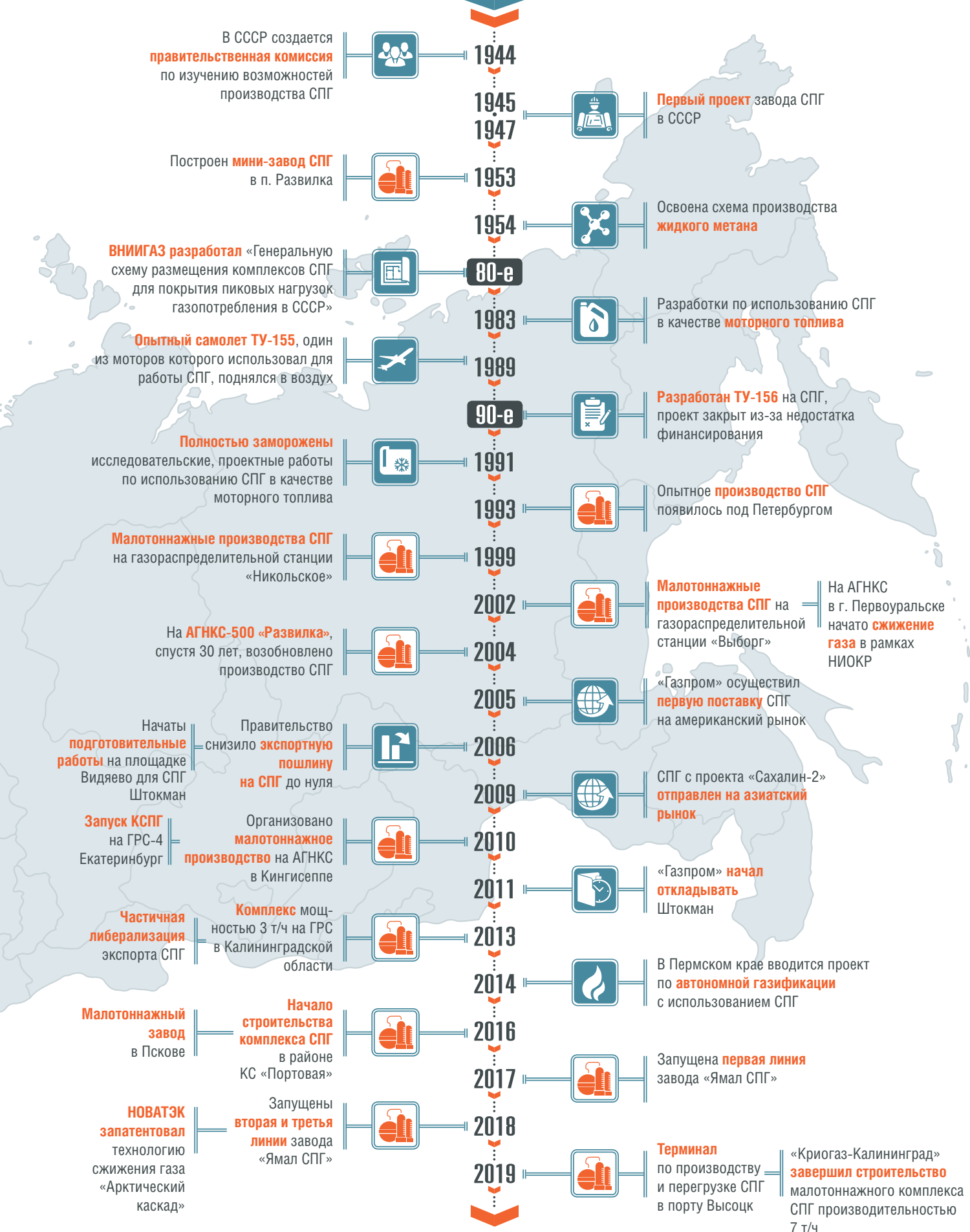




РИС. 1. Опытный завод в пос. Развилка (в 1970-х)

схема его производства, слива в спецхранилища и регазификации с возвратом в газопровод «Саратов–Москва» [3].

Следующие попытки нашей страны развивать индустрию СПГ начались в 1970-х годах, когда Министерство газовой промышленности СССР рассматривало возможность поставок газа на американский рынок в период относительной разрядки во время Холодной войны. Проект «Северная Звезда» в начале 1970-х годов предполагал участие американских компаний в потенциальной разработке газовых месторождений на полуострове Ямал, газопровода в Мурманск, где должен был быть построен завод по сжижению газа и последующий экспорт СПГ на американский рынок [4].

Примерно в это же время шли переговоры с Японией о поставках

газа из Якутии для сжижения на тихоокеанском побережье. Оба проекта закончились ничем, и продуманная стратегия по производству СПГ была затем отложена, поскольку президент США Рональд Рейган остановил все сотрудничество с Советским Союзом, тем самым заставив Россию возвращаться к своей традиционной роли экспортера трубопроводного газа в Европу. Технологии производства СПГ отошли на второй план.

В 80-х годах ВНИИГАЗом была разработана «Генеральная схема размещения комплексов СПГ для покрытия пиковых нагрузок газопотребления в СССР», первым пилотным проектом в которой стал комплекс по производству и хранению СПГ в Ереване. Но в 1989 году на стадии 95-процентной готовности его строительство было заморожено [5].

Также шли разработки по использованию СПГ в качестве моторного топлива. «Госплану СССР и Государственному комитету СССР по науке и технике подготовить с участием заинтересованных министерств и ведомств и представить в ноябре 1983 г. в Совет Министров СССР предложения по применению в качестве моторного топлива на автомобилях и тепловозах сжиженного природного газа», – говорилось в постановлении Совета министров СССР № 1041.

В 1989 г. опытный самолет ТУ-155, один из моторов которого использовал для работы СПГ, поднялся в воздух. Этот и последующие полеты показали реальную перспективу использования в авиации метана. В 90-х на базе ТУ-155 был разработан ТУ-156 на СПГ, однако

из-за недостатка финансирования проект был закрыт. «Все опытные разработки, – по словам Седых А.Д. – автора книги «По пути к большому газу», – снабжались сжиженным газом с завода в Развилке». С 1991 года положение изменилось в корне. Были полностью заморожены исследовательские, проектные, внедренческие работы по данной тематике.

В 1990-е годы «Газпром», взявший под свой контроль российский экспорт газа, а также большую часть его добычи в постсоветскую эпоху, время от времени упоминал о возможных проектах СПГ в Баренцевом море или на побережье Балтийского моря.

В начале 90-х по инициативе будущего министра энергетики Петра Родионова «Лентрансгаз», «Уралтрансгаз» и «Пермтрансгаз» учредили специализированную компанию «Криогаз». Первое же в России (но второе на постсоветском пространстве) опытное производство СПГ появилось в Петродворце под Петербургом в 1993 году. Установка, работающая по дроссельному циклу высокого давления, имела производительность 400 кг в час. Проект разрабатывался «Гипроспецгазом» под руководством Валерия Финько и Геннадия Шахова. Были апробированы вихревая труба, теплообменники и резервуары.

Затем, благодаря энергии Сергея Сердюкова, появились малотоннажные производства СПГ на газораспределительных станциях «Никольское» (1999 г.) и «Выборг» (2002 г.) в Ленинградской области. Потребителями СПГ с мини-заводов в основном являлись крупные промышленные



а)



б)



в)

РИС. 2. Установки СПГ в Петродворце (а), на ГРС «Никольское» (б) и ГРС «Выборг» (в)

предприятия и другие объекты автономной газификации. Тогда же была исследована проблема стратификации СПГ в резервуарах.

В первом десятилетии 2000-х годов в мире произошел настоящий всплеск активности, связанный с СПГ-проектами. Катализатором вновь стал потенциал американского рынка. Растущий спрос на СПГ побудил «Газпром» разработать новую стратегию развития криогенного сегмента и рассмотреть три проекта: Штокман (Штокмановское месторождение в Баренцевом море), завод СПГ в Усть-Луге на Балтийском море под Санкт-Петербургом и проект «Харасавэй» на полуострове Ямал в Западной Сибири. Кроме того, компания начала переговоры по инвестициям в проект «Сахалин-2» на Дальнем Востоке России, имея потенциал для продажи СПГ в Азию.

В это же время с целью закрепления российского игрока в глобальной торговле СПГ формируется компания «Газпром маркетинг и трейдинг» [6] и ее специализированный филиал «Газпром СПГ глобал».

Коммерческая и политическая логика перехода России на СПГ была очень сильна. «Газпром» стремился осваивать новые рынки, на которые не могли вывести трубопроводы, особенно в Северной Америке и Азии, а также стремился заявить о себе как о мировом газовом гиганте с широким и гибким портфелем вариантов поставок.

С политической точки зрения была очевидна возможность расширения геостратегических связей с широким кругом стран на основе прочного торгового взаимодействия, поэтому российское правительство также стремилось сделать СПГ новой областью специализации газового холдинга, чтобы катализировать развитие энергетической экономики. Соответствующая задача была поставлена «Газпрому», и для достижения этих целей, пользуясь своей монополией на экспорт газа, компания начала активно взаимодействовать с международными партнерами в новой сфере.

Хотя «Газпром» взял под свой контроль Штокмановское месторождение в Баренцевом море еще в 1995 году, только



РИС. 3. Производственный комплекс «Пригородное» (Сахалин)

в начале 2000-х годов компания обратила свои взоры за пределы европейского газового рынка в сторону СПГ-возможностей, которые могли сделать ее глобальным газовым игроком. Действительно, в своем ежегодном отчете за 2005 год [7] «Газпром» объявил о своей первой поставке СПГ на американский рынок, и в течение оставшегося десятилетия компания продолжала придавать СПГ все большее значение в своей долгосрочной стратегии.

Российское правительство разделяло энтузиазм компании, рассматривая СПГ как путь к достижению ряда ключевых целей, поэтому энергетическая стратегия, опубликованная в 2009 году, также предусматривала быстрый рост объемов производства российского СПГ – планировалось достичь 15 % от общемирового объема. Для достижения этой цели российское правительство в 2006 г. предоставило стимул путем снижения экспортной пошлины на СПГ до нуля (по сравнению с 30 %-ной ставкой для экспорта трубопроводного газа). Освобождение от пошлины должно было оказать прямую господдержку «Штокману», но, как показала история, впоследствии ею воспользовался «НОВАТЭК» для проекта «Ямал СПГ».

Несмотря на то, что многие элементы первоначальной стратегии остаются актуальными и сегодня, ряд глубоких изменений на мировом газовом рынке вынудил впоследствии российские власти пересмотреть детализацию планов страны по сжижению природного газа.

Особая проблема заключалась в том, что большинство ранних планов «Газпрома» были нацелены на западные рынки, особенно на США, хотя в 2005–2006 годах возник интерес к Азии, когда «Газпром» начал переговоры и в конечном итоге приобрел 50 % плюс одну акцию в проекте «Сахалин-2», выкупив свою долю у «Shell» и японского консорциума. При этом «Shell» продолжала управлять проектом до тех пор, пока он не был запущен в 2009 г., и таким образом в первые годы своего участия «Газпром» фактически был портфельным инвестором.

«Сахалин-2» отправил свой первый груз на азиатский рынок в апреле 2009 г., и теперь «Газпром» взял под свой контроль оператора проекта «Сахалин Энерджи». Уверенность в будущем СПГ начала расти, и в презентации своей стратегии в феврале 2010 года компания вновь подтвердила потенциал добычи на Ямале, Штокмане и Сахалине для обслуживания североамериканского и азиатского рынков.

В течение следующих двух лет компания продолжала уделять значительное внимание Штокману в качестве жизнеспособного СПГ-проекта, но, к сожалению, совокупность последствий экономического кризиса 2008–2009 года и роста добычи сланцевого газа в США привели к тому, что по мере роста сметной стоимости разработки спрос на газ значительно упал.

Несмотря на это, «Газпром» совместно с «Total» и «Statoil» сформировал проектную компанию,



а)



б)

РИС. 4. Установки СПГ на АГНКС в г. Первоуральске (а) и в пос. Развилка (б)

которая была свернута уже в августе 2012 года. В 2013 году газовая монополия, заявив, что месторождение будет разрабатываться только «будущими поколениями».

По другой – конспирологической – версии, Штокман был закрыт из-за конфликта интересов с «Total» и «Statoil» и набравшим сегодня ход НОВАТЭКом.

Тем не менее провал этого проекта в некоторой степени отразился на способности «Газпрома» отойти от своего основного трубопроводного бизнеса и, возможно, стал предвестником его будущих проблем с развитием СПГ-бизнеса.

Параллельно с «гигантами» СПГ-отрасли в стране продолжали появляться и развиваться новые малотоннажные установки. В 2002 году сжижение газа в рамках НИОКР было начато на АГНКС в городе Первоуральске Свердловской области на базе «Уралтрансага». В Московской области производство СПГ после почти 30-летнего перерыва было возобновлено в 2004 году, когда

ожижитель природного газа заработал на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции АГНКС-500 «Развилка» [8].

В 2006 году прошла модернизация установка на ГРС «Никольское». Еще одно малотоннажное производство (производительностью 800 кг в час) в Ленинградской области было организовано в 2010 году на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции в Кингисеппе.

В 2008–2010 гг. в рамках реализации программы организации на полигоне Свердловской железной дороги опытной эксплуатации тепловозов на сжиженном и сжатом природном газе на ГРС-4 г. Екатеринбурга был построен комплекс сжижения газа производительностью 3 т/ч [9].

Руководство страны начало уделять все большее внимание СПГ в контексте «поворота России на Восток». В феврале 2013 года на заседании президентской

энергетической комиссии было заявлено: «Если мы не будем проводить активную политику, то рискуем почти полностью потерять этот рынок» [10]. Позже в том же году за этим заявлением последовало решение частично либерализовать экспорт СПГ.

Со стороны новых конкурентов «Газпрома» – «Роснефти» и «НОВАТЭКа» в повестке дня энергетической политики появились СПГ-проекты. «Роснефть» начала масштабное расширение своего внутреннего газового бизнеса и добавила к своему портфелю планов завод «Дальневосточный СПГ», первоначально размещавшийся на Сахалине, но затем перенесенный на материк, на место существующего нефтяного терминала в Де-Кастри.

«НОВАТЭК», чей проект «Ямал СПГ» на полуострове Ямал разрабатывался в течение десяти лет, активно занимался маркетинговыми мероприятиями и закупочными контрактами, а также успешно привлекал иностранных спонсоров.



а)



б)

РИС. 5. КСПГ на АГНКС в г. Кингисеппе (а) и на ГРС-4 в г. Екатеринбурге



РИС. 6. КСПГ в Калининграде (а), Пскове (б) и Пермском крае (в)

Тем временем «Газпром» начал ориентироваться на торговлю СПГ и малотоннажные проекты, направленные на поставку газа для транспортного рынка.

Дочерние компании запускают в 2013 г. комплекс мощностью 3 т/ч на ГРС в Калининградской области и в 2016 г. аналогичный комплекс – в Псковской области. Основными направлениями поставок СПГ становится Северо-Западный регион России и экспорт в Европу [11]. А вот одна из первых установок СПГ на ГРС «Выборг» в 2015 году выводится из эксплуатации и консервируется [12]. В декабре 2014 года в Пермском крае вводится проект по автономной газификации с использованием сжиженного природного газа. Оборудование было поставлено немецкой компанией «Cryotec» для двух комплексов, однако второй так и не был построен.

В том же году «Газпром» также представил планы по новому крупномасштабному проекту (10–15 млн тонн/год) во Владивостоке с поставками сырьевого газа из широко анонсированного газопровода «Сила Сибири». На тот момент многим аналитикам казалось, что к 2020 году «Газпром» сможет производить до 25–35 млн тонн СПГ в год.

По планам проект «Балтийский СПГ» должен был быть запущен в эксплуатацию к 2019 году, завод во Владивостоке – к 2018 году. Компания также подписывает соглашение с «Shell» о расширении «Сахалина-2» и строительстве там третьей технологической линии.

Однако к 2016 году стало ясно, что, грандиозные амбиции сами по себе не ведут к результату. Чуть ранее в «Газпроме» был ликвидирован Департамент стратегического развития, который долгое

время был драйвером создания в компании нового сегмента бизнеса. Динамика рыночных условий и растущие сложности координации одновременного ведения нескольких крупных инженерных проектов, в том числе с использованием технологий, по которым у компании было мало опыта, вызывали значительные задержки.

В феврале 2016 года «Владивосток СПГ» был отложен из-за неопределенности в отношении поставок газа и экономики проекта, «Балтийский СПГ» был отодвинут на 2021 год, а расширение «Сахалина-2» также осталось под вопросом на фоне путаницы с источником газа для проекта.

При этом в 2016 году начато строительство комплекса по производству, хранению и отгрузке сжиженного природного газа в районе КС «Портовая» (Комплекс СПГ КС «Портовая»),

расположенного в Выборгском районе Ленинградской области на северо-восточном побережье Финского залива.

Проектная производительность Комплекса составит 1,5 млн тонн в год. Объект ориентирован, в частности, на рынки стран региона Балтийского и Северного морей, бункеровку судов СПГ в Балтийском море, а также для газоснабжения Калининградской области через морской терминал по приему газа и плавучую регазификационную установку «Маршал Василевский» [13]. По первоначальному плану завод должен был быть запущен в 2018 году, однако потом сроки запуска были перенесены сначала на 2019 год, а потом сдвинуты уже на 2020 год.

В то же время в апреле 2016 года из китайского порта Циндао в порт Сабетта начались поставки крупнотоннажных модулей завода



РИС. 7. Комплекс СПГ КС «Портовая»



РИС. 8. Завод «Ямал СПГ»

«Ямал СПГ». Всего за период строительства завода с 2014 г. ввезено 129 модулей общим весом более 613 тыс. т. Последние модули для завода прибыли в середине 2017 года.

Первая линия «Ямал СПГ» была запущена по плану, в декабре 2017 г., а дальше проект реализовывался опережающими темпами: вторая линия запущена в августе 2018 г. (на 6 месяцев

раньше срока), третья линия стартовала в декабре 2018 г. (более чем на год раньше срока).

Очевидно, что «Ямал СПГ» действительно обошел СПГ-проекты «Газпрома». Уже в конце 2017 г. «НОВАТЭК» представил свою стратегию ведения бизнеса до 2030 года с амбициозным планом развития компании. Основное место в нем уделялось производству и экспорту сжиженного

природного газа (СПГ). По планам производственные мощности к 2030 году должны достигнуть 55–57 млн тонн СПГ, а после 2030 года – уже 70 млн тонн.

«НОВАТЭК» в своей стратегии довольно много внимания уделил созданию российской промышленной технологии производства СПГ, которой, по сути, не было в стране. В 2018 г. компания запатентовала технологию сжижения природного газа по циклу высокого давления с предохлаждением этаном и переохлаждением азотом «Арктический каскад» и в том же году приступила к строительству четвертой опытно-промышленной линии в рамках «Ямал СПГ». Производительность этой линии составит порядка 0,9 млн т СПГ в год. И пусть технологические подходы, лежащие в основе нового производства, не выглядят научно-обоснованными, отечественная промышленность получила значительный опыт.

На фоне успехов «НОВАТЭКа» в 2017 году «Газпром» реанимировал «Владивосток СПГ», правда, уже в ином формате – с переориентацией под поставку топлива для бункеровки судов. Теперь проект предполагает строительство



а)



б)



в)



г)

РИС. 9. Установки СПГ на станции Нижний Бестях, Республика Саха (Якутия) (а), в Кемеровской области (б), в селе Дальнее (о. Сахалин) (в) и в поселке Развилка Московской области (г)

в районе Владивостока завода по производству сжиженного природного газа мощностью до 1,5 млн т/год.

Деятельность «гигантов» индустрии СПГ в России в последние годы привела к активизации независимых производителей СПГ. В 2016 году на железнодорожной станции Нижний Бестях в Республике Саха (Якутия) построен СПГ завод мощностью около 1 т/ч. В 2017 году «Сибирь-Энерго» ввела в эксплуатацию завод мощностью 1,5 т/ч в Кемеровской области. А в 2018 году «ПСК «Сахалин» запустила в селе Дальнее (о. Сахалин) установку мощностью 1,6 т/ч.

В 2018 году на месте демонтированной установки СПГ на АГНКС в поселке Развилка Московской области компанией «Газпром газомоторное топливо» запущен мобильный комплекс по производству сжиженного природного газа мощностью 0,6 т/ч.

Следующим реализованным, но уже среднетоннажным проектом «НОВАТЭКа» стал проект Высоцк СПГ мощностью 660 тыс. т в год с ресурсной базой магистрального газопровода «Ленинград – Выборг – Госграница» [13]. Терминал по производству и перегрузке сжиженного природного газа в порту Высоцк Ленинградской области – интегрированный проект по производству, хранению и отгрузке СПГ потребителям, который реализован в 2019 г. совместным предприятием «НОВАТЭКа» и «Газпромбанка».



РИС. 10. Терминал по производству и перегрузке сжиженного природного газа в порту Высоцк

В конце 2019 года компанией «Криогаз-Калининград» завершены работы по строительству второго малотоннажного комплекса в Калининградской области производительностью 7 т/ч.

В течение многих лет «Газпром» находился в авангарде российской стратегии СПГ, которая изначально была направлена на освоение запасов острова Сахалин для азиатского рынка и развития Штокмановского СПГ и Балтийского СПГ для рынков в Атлантическом бассейне. Хотя первый проект был успешным, во многом благодаря раннему партнерству с «Shell», последние проекты разочаровали, и в результате правительство решило дать возможность новым игрокам выйти на российскую СПГ-арену. «НОВАТЭК» не упустил свой шанс и после успешного развития «Ямал СПГ» стал чемпионом России по СПГ. «Роснефть» действовала медленнее, поэтому все еще находится на пороге СПГ-отрасли. Но и «Газпром» не сдаётся, в 2019 году переформатировал проект «Балтийский СПГ» в Комплекс переработки этансодержащего газа (КПЭГ) в Усть-Луге, компания планирует в рамках перспективной связки ГПЗ-ГХК организовать производство СПГ мощностью 13 млн т. Тем временем «НОВАТЭК» продолжает развивать как новые крупнотоннажные проекты, такие как «Арктик СПГ-2», «Обский СПГ» и «Арктик СПГ-1», так и малотоннажные (завод 5 т/ч в Магнитогорске), расширяя свое присутствие на рынке СПГ и охватывая различные сегменты применения СПГ, в т.ч. на транспорте.

Анализ показывает, что Россия не сможет претендовать на роль глобального газового игрока без значительного производства СПГ, поскольку ряд крупных рынков не доступен по трубопроводам. Не исчезли стратегические преимущества, связанные с превосходной сырьевой базой, выгодным расположением по отношению к основным потребителям и возможностями синергии с имеющимися трубопроводным и СПГ-бизнесом. Пусть страна сильно отстала «на старте» от лидеров отрасли, но потенциал ускорения отечественного СПГ очевиден. «Русские долго запрягают, но быстро ездят». ●

Литература

1. «Газовая перчатка» Америки [Электронный ресурс] / Игорь Пляско. – 2016: URL: http://www.stoletie.ru/ekonomika/gazovaja_perchatka_ameriki_216.htm (дата обращения – 06.04.2020).
2. Самсонов Р.О., Бузинов С.Н., Рубан Г.Н., Джафаров К.И. История организации подземного хранения газа в СССР – России // Георесурсы. 2010. № 4 (36) С. 2–7.
3. О компании [Электронный ресурс] URL: <https://mgpz.ru/o-kompanii> (дата обращения: 06.04.2020).
4. James Henderson, Vitaly Yermakov Russian LNG: Becoming a Global Force / OIES PAPER: Oxford Institute for Energy Studies. № NG 154. 2019. 31 p.
5. «Газпром» разжигается. Освоение рынка сжиженного природного газа будет происходить постепенно и планомерно / Газета «Коммерсантъ» № 93. 26.05.2004, С. 20. Our history [Электронный ресурс] URL: <http://www.gazprom-mt.com/WhoWeAre/OurHistory/Pages/default.aspx> (дата обращения: 06.04.2020).
6. Годовой отчет 2005 / М.: ОАО «Газпром». 2006. 124 с.
7. Перспективы производства СПГ [Электронный ресурс] / ЦДУ ТЭК – 2018: URL: http://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2018/1/457/ (дата обращения: 06.04.2020).
8. Крюков А.В. Развитие рынка СПГ в Уральском регионе // Газовая промышленность. 2018. № S1 (766). С. 30–34.
9. Заседание Комиссии по вопросам стратегии развития ТЭК и экологической безопасности [Электронный ресурс] / 2013: URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/17511> (дата обращения: 06.04.2020).
10. Кондратенко А.Д., Карпов А.Б., Козлов А.М., Мещерин И.В. Российские малотоннажные производства по сжижению природного газа // Нефтегазохимия. 2016. № 4. С. 31–36.
11. Технические сведения УСПГ г. Выборг [Электронный ресурс] URL: http://spb.gazprom/pg.ru/download/npa/npa_300718_1.pdf (дата обращения: 06.04.2020).
12. Кондратенко А.Д., Карпов А.Б., Мещерин И.В. Российские производства по сжижению природного газа // Деловой журнал Neftegaz. RU. 2019. № 10 (94). С. 68–80.

KEYWORDS: *liquefied natural gas, low-tonnage LNG, Arctic cascade, gas industry, LNG exports, plants, history of the gas industry LNG projects.*