



РАЗВИТИЕ РЫНКА СПГ В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

УДК 629:662.766

А.В. Крюков, ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» (Екатеринбург, РФ)

На сегодняшний день опыт малотоннажного производства сжиженного природного газа и его применения для нужд потребителей, и в частности автомобильного и железнодорожного транспорта, накопленный ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», представляет несомненную ценность как для дочерних компаний ПАО «Газпром» (в рамках корпоративной Программы), так и для других российских и зарубежных организаций. В статье рассматриваются примеры сжижения природного газа на газораспределительных станциях с применением турбодетандерных установок, а также на автономных, стационарных и мобильных производственных комплексах. Помимо этого демонстрируются прецеденты применения уральскими газовиками сжиженного природного газа малотоннажного производства в области автономной и резервной газификации населенных пунктов и промышленных предприятий, для производства электроэнергии и в качестве топлива для железнодорожного и речного транспорта, а также таких видов грузового авторанспорта, как магистральные тягачи и карьерные самосвалы. Отдельно рассматриваются поставки малотоннажных объемов сжиженного природного газа в Республику Казахстан.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТИРОВКА ПРИРОДНОГО ГАЗА, МАЛОТОННАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА, ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО, ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ, РЕЧНОЙ И АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ.



Правление ПАО «Газпром» 26.10.2016 утвердило Программу развития малотоннажного производства и использования сжиженного природного газа (СПГ) [1], в которой был определен перечень наиболее перспективных для организации производства СПГ газораспределительных станций (ГРС) и технологий сжижения. В основу данной Программы легли исследования, а также научно-исследовательские и конструкторские разработки (НИОКР), доказавшие, что потенциал производства СПГ на 95 потенциально готовых для этого ГРС по технологии среднего давления с использованием турбодетандера составляет 361,5 т/ч, или 2,9 млн т СПГ в год.

В связи с этим для дочерних компаний ПАО «Газпром» представляет несомненную ценность опыт ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», которое с момента строительства в 2001 г. первой установки по сжижению природного газа на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) в г. Первоуральске (одна из НИОКР, на которой базировалась вышеупомянутая Программа) на сегодняшний день реализовало у себя полную технологическую цепочку обращения СПГ, включающую его производ-

ство, транспортировку и использование.

СХЕМЫ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА СПГ

В современных установках сжижения природного газа применяются технологические схемы, основанные на следующих основных циклах:

- холодильные циклы с дросселированием различных модификаций;
- детандерные холодильные циклы;
- каскадные холодильные циклы с чистыми хладагентами (классические каскадные циклы);
- однопоточные каскадные циклы с хладагентом, представляющим собой многокомпонентную смесь углеводородов и азота;
- холодильные циклы с каскадом вихревых труб.

Обычно в схемах сжижения используются различные комбинации, включающие элементы перечисленных выше циклов. Особое внимание при выборе вариантов уделяется, как правило, дроссельным циклам, с учетом их простоты и надежности.

Исходя из анализа существующих технологий малотоннажного производства СПГ, самой экономичной считается технология сжижения газа на ГРС, исполь-

зующая перепад давления между магистральными и распределительными сетями газопроводов. Удельный расход электроэнергии при получении 1 т СПГ составляет всего лишь 30 кВт·ч. Наиболее привлекательными для реализации технологии сжижения газа являются ГРС с перепадом давления, кратным 5, и расходами свыше 50 тыс. м³/ч. В этом случае можно получить 10–12 % СПГ от общего расхода газа на станции, что составит от 3 до 10 т/ч, или 25–75 тыс. т/год. Блоки сжижения газа могут быть либо встроены в общий технологический контур ГРС, либо работать параллельно процессу газораспределения.

По результатам анализа существующих технологий производства СПГ в ПАО «Газпром» была введена следующая их классификация.

Технология 1 – производство СПГ на ГРС по циклу среднего давления с использованием турбодетандера. Реализованные проекты: установка на ГРС-4 в Свердловской обл. вблизи г. Екатеринбурга (3 т/ч).

Технология 2 – производство СПГ на комплексах полного или частичного сжижения, расположенных на ГРС.

Технология 3 – производство СПГ на автономных комплексах

Таблица 1. Технические характеристики КП СПГ на ГРС-4 г. Екатеринбурга

Наименование показателя	Значение
Производительность по СПГ, кг/ч	3000
Давление ПГ на входе в КП СПГ, МПа	от 2,8 до 3,6
Давление ПГ на выходе из КП СПГ, МПа	0,6 (+/- 0,1)
Потребляемая мощность, кВт, не более	60
Объем хранения СПГ, м ³	200



полного сжижения, расположенных на газопроводах-отводах высокого давления.

Технология 4 – производство СПГ на мобильных комплексах сжижения, расположенных на АГНКС или сетях низкого давления. Реализованные проекты: АГНКС в г. Первоуральске (0,8 т/ч), АГНКС в г. Невьянке, Свердловская обл. (0,25 т/ч).

Объекты малотоннажного производства СПГ, созданные в структуре ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», зачастую выступают в качестве национальных полигонов для испытания новых технологий и проходят стадии модернизации. Так, комплекс сжижения, построенный в 2001 г. в рамках НИОКР на АГНКС г. Первоуральска, в 2012 г. был модернизирован в целях увеличения производительности с 0,3 до 0,8 т/ч.

Комплекс сжижения газа производительностью 3 т/ч на ГРС-4 г. Екатеринбурга был построен в 2008–2010 гг. в рамках реализации Программы организации на полигоне Свердловской железной дороги опытной эксплуатации тепловозов на сжиженном и сжатом природном газе [2], утвержденной в октябре 2004 г. Председателем Правления ОАО «Газпром» А.Б. Миллером, Президентом ОАО «РЖД» Г.М. Фадеевым и Губернатором Свердловской области Э.Э. Росселем. Технология и комплект технологического оборудования (технические характеристики представлены в табл. 1) для реализации данной Программы успешно прошли приемочные испытания на КП СПГ на ГРС-4 г. Екатеринбурга, в ходе которых подтвердились все заявленные технические характеристики,

а в ходе опытно-промышленной эксплуатации – показатели надежности и экономические показатели (экономическая эффективность и себестоимость производимого СПГ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПГ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Область применения СПГ малотоннажного производства достаточно обширна и включает:

1) автономную газификацию всех видов потребителей, удаленных от магистрального газопровода:

- население;
- теплоэнергообъекты ЖКХ;
- промышленные предприятия;
- энергоустановки на генерирующих предприятиях;

2) мобильное газоснабжение потребителей при проведении

Таблица 2. Основные технические характеристики опытного образца мобильной КриоГНС 10.01.06.000 (КриоАЗС 10.25/800.2-2 «МЕТАН») в габаритах универсального транспортного контейнера

Наименование параметра	Значение
Рабочая среда, подаваемая на выход из мобильной КриоГНС	Газ природный компримированный по ГОСТ 27577-2000
Диапазон рабочего давления мобильной КриоГНС, МПа: – давление СПГ на входе в КриоГНС – давление КПП на выходе из КриоГНС, не более	0,6–0,8 24,5
Производительность криогенного насоса по СПГ, л/мин: – максимальная	24,5
Производительность заправки АТС, не менее нм ³ /ч	800
Температура СПГ на входе в КриоГНС, °С: – максимальная – минимальная	-142 -150
Температура КПП, заправляемого в АТС, °С: – максимальная – минимальная	-10 -20
Транспортные габариты (длина × ширина × высота), м	12,2 × 2,44 × 2,6
Полная масса (без газа), кг, не более	22 000



ремонтных работ на газопроводах без прекращения подачи газа потребителю;

3) создание баз резервного газоснабжения населенных пунктов (для социально значимых объектов газопотребления), имеющих одну ветку подводящего газопровода, а также для производств непрерывного технологического цикла (например, металлургических);

4) использование СПГ для расширения применения природного газа в качестве моторного топлива для подвижного состава ОАО «РЖД», речного флота и грузового автотранспорта (к примеру, для седельных тягачей дальнемагистральных автопоездов

и большегрузных карьерных самосвалов).

Примером автономной газификации сжиженным газом удаленных объектов может служить проект отопления санатория «Озеро Глухое», реализованный в Свердловской обл. в 2001 г. Для стабильного газоснабжения котельной мощностью 3 МВт специалистами ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» были установлены системы хранения и регазификации СПГ; объем газа, использованного санаторием для теплоснабжения, на сегодняшний день превысил 5 тыс. т.

Ежегодно ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» в зоне своей ответственности прово-

дит ремонтные работы на ГРС, магистральных и распределительных газопроводах. Как правило, эти процессы связаны с временным отключением подачи газа потребителю. В июне 2005 г. ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» впервые обеспечило снабжение потребителей г. Кыштыма регазифицированным СПГ на время «огневых» работ на ГРС. Опыт оказался успешным, и теперь такие временные замены газоснабжения проводятся ежегодно с использованием мобильных СПГ-комплексов, включающих емкость для хранения и регазификатор.

С января 2013 г. на КП СПГ на ГРС-4 в г. Екатеринбурге осуществляется заправка газомоторных локомотивов ОАО «РЖД». По состоянию на начало осени 2017 г. на экипировочном пункте комплекса было отпущено свыше 3,2 тыс. т сжиженного природного газа.

Основными преимуществами использования СПГ малотоннажного производства для развития стратегии применения природного газа в качестве моторного топлива являются:

- возможность доставки продукта (КПП и СПГ) к местам базирования потребителей газомоторного топлива;

- независимость газозаправочных станций от наличия подводящего газопровода;

- возможность увеличения мощности газозаправочной станции в зависимости от увеличения спроса.

В 2015 г. на АГНКС в г. Первоуральске (Свердловская обл.) ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» установило первую в России топливораздаточную СПГ-колонку для заправки своей ведомственной техники сжиженным природным газом. К этому времени в автопарк уральской газотранспортной компании уже входили четыре магистральных газодизельных седельных тягача Volvo FM MethaneDiesel, фронтальный погрузчик XCMG LW500K-LNG, самосвал КАМАЗ и два грузовика «Урал». Вся перечисленная техника использовала СПГ в качестве моторного топлива.

Кроме этого в 2015 г. на АГНКС в г. Первоуральске была произведена заправка опытной партии техники ОАО «КАМАЗ», оборудованной криогенными бортовыми топливными системами.

Еще одним «клиентом» ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» стал тестовый экземпляр карьерного самосвала китайской марки HOWO, приобретенный АО «Невьянский цементник» в декабре 2014 г. По информации, поступившей с завода, за время эксплуатации самосвала было установлено, что использование сжиженного природного газа в качестве моторного топлива позволяет сократить в два раза эксплуатационные затраты и, как следствие, снизить себестоимость продукции предприятия.

В настоящее время АО «Невьянский цементник» совместно со специализированной компанией выполнило переоборудование на



СПГ двигателя карьерного самосвала БЕЛАЗ грузоподъемностью 50 т. Удовлетворенные результатами опытной эксплуатации самосвала руководство завода планирует переоборудовать на использование СПГ еще пять единиц такой техники.

В 2016 г. ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» совместно с компанией «Национальные газовые технологии» создало опытный образец мобильной криогенной газонаполнительной станции (КриоГНС). В настоящее время мобильный комплекс КриоГНС (технические характеристики представлены в табл. 2) проходит опытно-промышленную эксплуатацию по заправке муниципальных автобусов в Республике Казахстан.

За период с 2001 г. по настоящее время ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» были разработаны объекты газозаправочной инфраструктуры в различных вариантах: криогенные газозаправочные станции СПГ и КПП из СПГ (КриоАЗС), газозаправочные объекты блочно-модульного исполнения (модуль КПП из

СПГ), криогенные передвижные автомобильные газозаправщики (КриоПАГЗ). Начиная с января 2017 г. уральская газотранспортная компания осуществляет поставки СПГ своего производства в Республику Казахстан для автономной газификации и заправки газомоторным топливом автотранспортных средств. Общий объем этих поставок на конец года превысил 280 т. Одним из преимуществ реализованной в структуре ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» технологической схемы малотоннажного производства, транспортировки и использования сжиженного природного газа на сегодняшний день может считаться наличие по каждому из направлений квалифицированных и аттестованных специалистов, способных решать любые задачи по дальнейшему развитию рынка СПГ.

Статья подготовлена на основе доклада на Координационном совете по научно-техническому сотрудничеству, подготовке и повышению квалификации персонала ПАО «Газпром» и компании Uniper SE (Германия). ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правления ПАО «Газпром» от 26.10.2016 «Об утверждении Программы развития малотоннажного производства и использования сжиженного природного газа».
2. Программа организации на полигоне Свердловской железной дороги опытной эксплуатации тепловозов на сжиженном и сжатом природном газе (разраб. Всероссийским научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта с участием ООО «ВНИИГАЗ» по заказу ОАО «РЖД», Администрации Свердловской области и ООО «Уралтрансгаз». Подписана 19.10.2004).