

УТВЕРЖДАЮ
И.о. генерального директора
АО «НИИМап»


В.П. Трубановский
января 2018 г.



ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ №2
о возможности опубликования

Руководитель-эксперт Бикулев Геннадий Евгеньевич, директор проета
(ФИО, должность)

АО «НИИМап», входящего в Государственную корпорацию по космической деятельности («Роскосмос»)

(организации с указанием ведомственной принадлежности)

в период с " 26 " января 2018 г. по " 30 " января 2018 г. провёл экспертизу материалов доклада авторов Христенко Юрия Алексеевича – главного научного сотрудника, Белова Виктора Владимировича – директора проекта, Бусыгина Олега Васильевича – зам. нач. цеха 106 по науке и новой технике (работников АО «НИИМап», г. Нижняя Салда) и Черемных Олега Яковлевича – директора центра научных исследований и инноваций филиала УрФУ, г. Нижний Тагил «Энергетическая инфраструктура обеспечения сжиженным природным газом удалённых потребителей от развитых сетей газотрубопроводов»

(наименование материалов, подлежащих экспертизе)

на предмет отсутствия (наличия) в них сведений, составляющих государственную тайну, и возможности (невозможности) их открытого опубликования.

Руководствуясь Законом Российской Федерации "О государственной тайне", Перечнем сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 30 ноября 1995 г. № 1203, а также Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию по Федеральному космическому агентству, утверждённым приказом по «Роскосмос» от 22.11.2013г. №9, руководитель-эксперт установил:

Сведения, содержащиеся в рассматриваемых материалах, находятся в компетенции АО «НИИМап»

следует ли получить разрешение Не следует получать разрешение в Государственной корпорации по космической деятельности («Роскосмос») и других организациях

(Министерства, ведомства другой организации)

Сведения, содержащиеся в рассматриваемых материалах, касаются возможного потребления сжиженного природного газа (СПГ), как топлива для бытовых нужд населения, как освоения СПГ в качестве моторного топлива для магистральных и маневровых тепловозов взамен дизельного топлива согласно Государственной программе РФ "Развитие транспортной системы", которые заимствованы из источников открытой печати, указанных в разделе доклада - «Литература».

(указываются сведения, содержащиеся в материалах)

не подпадают под действие Перечня сведений, составляющих государственную тайну (статья 5 Закона Российской Федерации "О государственной тайне"), не относятся к Перечню сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденному Указом Президента Российской Федерации от 30 ноября 1995 г. №1203, не подлежат засекречиванию и данные материалы могут быть открыто опубликованы.

Руководитель-эксперт



Г.Е. Бикулев

Энергетическая инфраструктура обеспечения сжиженным природным газом удалённых потребителей от развитых сетей газотрубопроводов

к.т.н. Христенко Юрий Алексеевич*, к.т.н. Черемных Олег Яковлевич^Δ,
Белов Виктор Владимирович*, Бусыгин Олег Васильевич*
*-АО «НИИМаш», г. Нижняя Салда, mail@niimashspace.ru;
^Δ - филиал УрФУ, г. Нижний Тагил, nti@urfu.ru.

Ключевые слова: сжиженный природный газ (СПГ), криогенная инфраструктура, железная дорога, газотурбовоз, транспортировка СПГ

Аннотация

В настоящей работе показан научно-технический потенциал уральского региона в обеспечении реализации Государственной программы РФ "Развитие транспортной системы" [1] в части освоения сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива.

Показана перспектива выпуска инновационной наукоёмкой продукции - газотурбовоза типа ГТ1h-001 (ГТ1h-002) до 2020 года в рамках программы РФ "Развитие транспортной системы" предприятиями уральского региона АО «Синара- Транспортные машины», г. Екатеринбург; АО «Уралкриомаш», г. Нижний Тагил; ООО «Электротяжмаш – Привод», г. Лысьва.

Приведена концепция инновационной энергетической инфраструктуры обеспечения сжиженным природным газом потребителей в удаленных регионах страны не имеющих развитой сети газотрубопроводов, но располагающих железнодорожным сообщением.

Использование железной дороги как основы проекта доставки СПГ удаленным потребителям от развитых сетей газотрубопроводов интенсифицирует процесс освоения СПГ в странах-импортёрах.

Крупномасштабное производство СПГ в РФ

По данным Министерства энергетики РФ по состоянию на 01.01.2017 г. добычу природного и попутного нефтяного газа на территории РФ осуществляли 268 добывающих предприятий:

- 85 входящих в состав вертикально-интегрированных нефтяных холдингов (ВИНХ);
- 16 дочерних компаний ПАО «Газпром»;
- 5 структурных подразделений ПАО «НОВАТЭК»;
- 159 независимых нефтегазодобывающих компаний;
- 3 предприятия, работающие на условиях соглашений о разделе продукции (операторы СПП).

Добыча природного газа в 2016г. составила 640,20 млрд. куб. м, в том числе экспорт- 208,60 млрд. куб. м. Компанией Sakhalin Energy Investment Company Ltd. («Сахалин энергия»/Sakhalin Energy) произведено и экспортировано в страны азиатско-тихоокеанского региона 10,93 млн. тонн СПГ, т.е. ожижено было около 15,30 млрд. куб. м природного газа (газообразного метана), из которых 67,4% экспортировано в Японию [2].

«Сахалин энергия»/Sakhalin Energy была до конца 2017 года единственной компанией в РФ, осуществлявшей крупно-масштабное производство и экспорт СПГ. Производительность двух технологических линий завода СПГ по Проекту «Сахалин-2» составляет 9,6 млн. тонн СПГ в год.

Акционерами Сахалин энергия/Sakhalin Energy являются [3]:

- Gazprom Sakhalin Holdings (дочернее предприятие ПАО «Газпром», 50% плюс одна акция);
- Shell Sakhalin Holdings (дочернее предприятие Royal Dutch Shell plc., 27,5% минус одна акция);

- Mitsui Sakhalin Holdings (дочернее предприятие компании Mitsui & Co. Ltd., 12,5% акций);
- Diamond Gas Sakhalin (дочернее предприятие компании Mitsubishi Corporation, 10% акций).

В рамках Проекта "Ямал СПГ" 5 декабря 2017 года был введен в эксплуатацию первый блок/линия завода по производству СПГ мощностью 5,5 млн. тонн в год. Завод СПГ строится поблочно на базе Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения полуострова Ямал. Проект "Ямал СПГ" предусматривает строительство и ввод в эксплуатацию ещё двух технологических блоков/линий мощностью по 5,5 млн. тонн СПГ в год. По плану завод СПГ уже в 2019 году выйдет на уровень суммарной мощности 16,5 млн. тонн СПГ в год.

Акционерами Проекта "Ямал СПГ" являются:

- ПАО "Новатэк" (50,1%);
- французская Total (20%);
- китайские CNPC (20%);
- Фонд Шелкового пути (9,9%)[4].

Проект "Ямал СПГ" предполагает как спотовую, так и контрактную формы реализации произведенного СПГ. Существуют риски в реализации сбыта СПГ. Так, например, «Газпром» заключил в 2014 году контракт на поставку до 2,5 млн. тонн СПГ в год для индийской компании Gail на срок до 20 лет. «Газпром» согласно контракту должен начать поставки СПГ в 2018 году. Но в 2016 году компания Gail уведомила «Газпром», что хочет пересмотреть условия контракта и выдвинула требования по снижению объёмов поставки в первые годы, уменьшению общего объема и цены, что для «Газпрома» означало прямые убытки. В действительности реальный объём потребления газа в Индии оказался меньше прогнозируемых расчетов компании Gail. Следует отметить, что индийской компании Gail уже приходилось перепродавать СПГ, полученный по долгосрочным контрактам от других Продавцов. Можно предположить, что снижение объёмов импортируемого СПГ компанией Gail в Республику Индия во многом обусловлена задержками строительства инфраструктуры газораспределительных сетей по стране. Следует отметить, что СПГ - контракты традиционно включают в себя статьи с жестким условием «take-or-pay»/«плати или бери» (не менее 85%), поэтому сложилась такая ситуация, что компании Gail не выполняет условия договора [5].

Подобные намечающиеся срывы экспорта СПГ отчасти можно объяснить ростом конкуренции на рынке из-за увеличения объёмов производства СПГ и избытка Поставщиков СПГ. Очевидно, что будет меняться подход в организации продаж СПГ. До момента поставки СПГ у Потребителя должна быть создана специальная инфраструктура. Эта инфраструктура должна включать в себя помимо портовых терминалов накопления СПГ криогенное оборудование различного назначения с автоматизированными системы управления технологическими процессами. В разработке и реализации интегрированных энергетических проектов должен быть комплексный подход к решению задач под ключ с привлечением научно-технического потенциала криогенной отрасли (криогенного машиностроения) стран экспортеров/импортеров. Следует также отметить, что под крупные энергетические проекты по СПГ требуется разработка необходимых нормативных правовых актов, учитывающих все преимущества применения СПГ не только как газа/топлива для населения, но и, например, как моторного топлива. Как правило страны-импортеры проводят лишь регазификацию в портах-терминалах СПГ, что задерживает освоение СПГ на внутреннем рынке.

СПГ на железнодорожном транспорте

Цикл обращения СПГ от производителя до потребителя включает в себя:

- производство СПГ из природного газа;
- создание терминальных запасов СПГ (на заводе производства СПГ);
- хранение СПГ;

- транспортирование СПГ;
- слив СПГ в расходные терминалы;
- регазификацию СПГ;
- выдачу потребителю газа.

Таким образом, мы имеем дело с обращением СПГ от производителя до потребителя с применением криогенной техники, которую в полном объеме будет выпускать отечественное криогенное машиностроение (made in Russia), включая создание заводов по производству СПГ. Такие вопросы без сомнения рассматриваются, и ряд из них одобрен в нормативных и ненормативных правовых актах Думы и Правительства РФ. Так, например, государственной программой РФ "Развитие транспортной системы" [1] предусматривается освоение применения сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива, что обеспечит рост заказов для криогенной отрасли.

Для решения региональных задач по вопросам энергетики целесообразно строить заводы СПГ по единому типовому проекту с мощностью меньшей, чем в Проектах «Сахалин 2» и «Ямал СПГ», например, создание проектов заводов с параметрическим рядом по мощности СПГ от 0,25 до 1,5 млн. тонн СПГ в год. При этом СПГ можно будет производить, как на месторождениях природного газа, так и на участках прокладки газовых трубопроводов. Заводы СПГ, использующие в качестве сырья газ из сетевых газотрубопроводов, предпочтительно строить в районах расположения тепло- или гидроэлектростанций, и, кроме того, районах приближенных к железной дороге.

Доставка потребителям произведенного СПГ и различных грузов по неэлектрифицированным железным дорогам на Севере, в Сибири и дальнем Востоке будет осуществляться с задействованием магистральных газотурбовозов типа ГТ1h-001 (ГТ1h-002) и маневровых газотепловозов типа ТЭМ19, использующих в качестве моторного топлива СПГ.

В настоящее время из производимого дизельного топлива в стране около 9% используется на железной дороге (РЖД) в качестве моторного топлива. С целью экономии средств, выделяемых на дизельное топливо, компанией АО «РЖД» поставлена задача к 2030 году по замещению на 30% потребления дизельного топлива сжиженным природным газом.

Газотурбовозы ГТ1h-001 (ГТ1h-002) являются первыми в мире серийными образцами газотурбовоза, работающие на моторном топливе СПГ. Мощность каждого из этих газотурбовозов составляет 8500 кВт с электрической передачей от главного генератора к электрическим тяговым двигателям, установленным на каждой из 12 колесных пар газотурбовоза с мощностью на валах 6720,0 кВт.

Газотурбовоз предназначен для эксплуатации на неэлектрифицированных участках железных дорог для вождения грузовых поездов повышенной длины и массы [6], [7]. Технические характеристики ГТ1h-001 (ГТ1h-002), см. Таблицу 1:

Таблица 1.

Наименование параметра	Значение
Мощность по ГТД, кВт	8300
Служебная масса, т	360
Нагрузка на ось, кН (тс)	215 (22,5)
Сила тяги при трогании, кН (тс)	981,0 (100,0)
Сила тяги длительного режима, кН (тс)	775 (79,0)
Скорость длительного режима, км/ч	33
Касательная мощность длительного режима, кВт	7170
Запас топлива (СПГ) в цистернах, т	20
Часовой расход газа на режиме полной мощности, кг	2300
Запас хода, км, не менее	1000

Мощность на валах тяговых двигателей, кВт	6720,0
Тип авиационного газотурбинного двигателя	НК-361
КПД газовой турбины, %	30%

Заказчиком Проекта ГТ1h-001 (ГТ1h-002) является ОАО «Российские железные дороги».

Генеральные разработчики:

- Акционерное общество "Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава" (АО «ВНИКТИ»), г. Коломна – Разработка Технического и Рабочего проектов.
- АО «Синара – Транспортные машины», г. Екатеринбург (АО «СТМ») – Интеграторы инновационного проекта (в том числе изготовление экипажной части, организация проведения сборки и испытания газотурбовоза).

Разработчики, изготовители и поставщики основного комплектующего инновационного оборудования:

- АО «Уралкриомаш», г. Нижний Тагил;
Общество с ограниченной ответственностью "Криомаш - балашихинский завод криогенного машиностроения" (ООО «КРИОМАШ БКМЗ»), г. Балашиха;
Fives Cryoterm (Швейцария) – оборудование криогенного блока;
- ПАО «Кузнецов», г. Самара – силовой блок;
- Общество с ограниченной ответственностью «Лысьвенский завод тяжелого электрического машиностроения «ПРИВОД» (ООО «Электротяжмаш – Привод»), г. Лысьва, Пермский край – главный генератор;
- Акционерное общество "Людиновский тепловозостроительный завод" (АО «ЛТЗ»), г. Людиново, Калужская обл. – экипажная часть на базе ТЭМ7А;
- ООО «НПП РОСТ»; Акционерное общество "Научно-производственное объединение автоматики имени академика Н.А. Семихатова" (АО «НПО Автоматики»), г. Екатеринбург – кабина;
- ГП «Завод «Электротяжмаш», г. Харьков (Украина) – тяговые электродвигатели.

Преимущества газотурбовоза ГТh1-001 (ГТh1-002): Возможность развивать большую мощность при относительно небольших размерах и массе локомотива; Возможность работы на более дешёвом топливе и существенно меньший расход смазочного масла; Зарегистрированные показатели вредных выбросов в окружающую среду, т.е. количество выхлопов окислов азота, оксидов и диоксидов углерода, оказались в 5 раз ниже жестких стандартов экологических норм Евросоюза и естественно значительно ниже по сравнению с магистральными тепловозами на дизельном топливе. Для маневрирования и небольших перегонов на газотурбовозе используют блок аккумуляторных батарей, и это значительно экономит топливо, когда не нужна максимальная мощность.

У маневрового локомотива ТЭМ19 двигатель работает на регазифицированном СПГ по термодинамическому циклу, подобно бензиновому двигателю, с воспламенением от искры. Расход энергоресурсов уменьшен по сравнению с дизельным локомотивом на 24% [8].

На данный момент построено всего лишь два газотурбовоза, т.е. варианты ГТh1-001 и ГТh1-002, которые успешно эксплуатируются на Свердловской железной дороге. Согласно Программе [1] численность парка магистральных газотурбовозов типа ГТ1h-001 (ГТ1h-002) и маневровых газотепловозов типа ТЭМ19, использующих в качестве моторного топлива СПГ, к 2020 году составит не менее 91 шт., в том числе будет изготовлено 40 шт. газотурбовозов ГТ1h-001 (ГТ1h-002). Согласно Программе [1] особое внимание будет уделено базовым транспортным артериям Дальнего Востока - Транссибирской и Байкало-Амурской железнодорожным магистралям (БАМ), поэтому здесь будет испытана и освоена значительная часть этих газотурбовозов и маневровых газотепловозов.



В условиях рынка реализация того или иного бизнес-проекта зависит от притока инвестиций, займа кредитов, а также бюджетных средств. За эти ресурсы предприятия ведут постоянную борьбу. А прибыль с малыми рисками может дать лишь тот бизнес-проект, который опережает конкурентов в отрасли, прежде всего во внедрении инновационных разработок в продукцию [9]. Создание газотурбовоза ГТ1h-001 (ГТ1h-002) можно в полной мере отнести к инновационному проекту.

В условиях равнинной местности газотурбовоз ГТ1h-001 (ГТ1h-002) способен вести составы длиной до 3-х километров, т.е. 170 вагонов с общей массой более 16000 тонн. В условиях горной местности в регионах прохождения трассы БАМ такие газотурбовозы как ГТ1h-001 (ГТ1h-002) смогут надёжно и безопасно вести составы с требуемым запасом мощности.

На территориях прохождения трассы БАМ будут построены наряду с Южно-Якутским угольным комплексом, включающего Нерюнгринский угольный разрез, ещё целый ряд промышленных комплексов-гигантов по освоению природных богатств, которым, безусловно, потребуется СПГ, как моторное топливо, как источник топлива для теплоэлектростанций и, наконец, как регазифицированный газ для бытовых нужд.

Криогенная инфраструктура для интенсификации освоения СПГ

Перевод природного газа из газообразного состояния в жидкое, т.е. получение СПГ с температурой 111,5К, а также использование криогенных средств транспортировки позволяет решить проблему доставки его потребителям из районов газо-конденсатных месторождений или от развитых сетей газопроводов, где будут построены заводы производства СПГ, в удаленные районы РФ. Разработчиком и изготовителем такого сертифицированного оборудования (контейнеров, железнодорожных цистерн, регазификаторов, трубопроводов и арматуры) под задачи создания криогенных инфраструктур СПГ вдоль трассы БАМ могут выступить криогенные предприятия РФ. Концептуальная схема Проекта энергетической инфраструктуры на основе железной дороги для обеспечения различных потребителей сжиженным природным газом удалённых потребителей приведена на рисунке. Логистика доставки СПГ потребителю включает в себя: отгрузку СПГ из заводских или портовых терминалов в криогенные железнодорожные цистерны (или контейнеры); транспортировку СПГ в цистернах (контейнерах) к фронту слива-налива СПГ стационарных ёмкостей потребителя; слив через фронт слива-налива СПГ из цистерн (контейнеров) в стационарные ёмкости потребителя; выдачу на регазификацию СПГ с автоматическим учётом расхода и одновременным формированием заказа на восполнение расходуемого запаса СПГ; выдачу через фронт слива-налива СПГ в автомобильные цистерны для последующей доставки по малым заказам удалённых потребителей. Под концепцию проекта, приведенного на рисунке, предприятия криогенной отрасли страны могут поставлять под ключ различные комплекты криогенного оборудования. Например, АО «Уралкриомаш» может выпускать и поставлять следующую номенклатуру оборудования для криогенной инфраструктуры [10]:

1. Контейнер-цистерна для СПГ.

Контейнер-цистерна предназначена для приема, хранения, выдачи СПГ и служит, как тара для транспортировки автомобильным, железнодорожным и морским транспортом, обеспечивая при этом полную сохранность и кондицию продукта, см. Таблицу 2. Контейнер-цистерна состоит из криогенной емкости, закрепленной на торцевых рамах, криогенной запорной, предохранительной арматуры и КИП, размещенных в арматурном отсеке, и безопасного дренажного устройства.

Фланцы устройства слива-налива расположены в арматурном отсеке, который расположен в нижней части цилиндрической поверхности цистерны, что в свою очередь облегчает процесс слива-налива СПГ.

Таблица 2.

Технические характеристики	Значение показателя
----------------------------	---------------------

Типоразмер по ИСО	1AA
Тип по ООН	UN T75
Тип и размер контейнера	42k7
Общая вместимость, м ³	40
Максимальная масса брутто, кг (не более)	30480
Масса транспортируемого продукта, кг	14280
Рабочее давление в цистерне, МПа	0,7
Габаритные размеры, мм	12192x2438x2591
Температурный диапазон эксплуатации, град	от минус 40 до плюс 70
Контрольное время удержания, суток (не менее)	54
Подъем, крепления контейнера-цистерны	с помощью фитингов
Допустимая масса при штабелировании, кг	192 000
Назначенный срок службы, лет	20

2. Вагон-цистерна для сжиженного природного газа (СПГ)

Вагон-цистерна предназначена для транспортировки и хранения СПГ и транспортируется в железнодорожных составах общего назначения, см. Таблицу 3.

Таблица 3.

Технические характеристики	Значение показателя
Габарит	02-ВМ
Вместимость, м ³	65,4
Масса порожней цистерны, т	41,9
Масса заливаемого продукта, т	23,56
Максимально допустимое рабочее давление в сосуде, МПа (кгс/см ²)	0,5 (5,1)
Испытательное давление в сосуде без учета вакуума в теплоизоляционной полости, МПа (кгс/см ²)	1,1 (11,22)
Испытательное давление в сосуде при наличии вакуума в теплоизоляционной полости, МПа (кгс/см ²)	1,0 (10,2)
Давление в изолирующем пространстве в период эксплуатации (в тёплом состоянии), Па (мм рт. ст.)	1,33 (1×10 ⁻²)
Суточные потери от испарения при стационарном хранении приведенные к температуре: T=306K (33оС) и P=0,1 МПа (760мм рт. ст.), % в сутки:	0,417
Время бездренажного хранения при подъёме давления от 0,05 МПа до 0,5 МПа, суток:	42
Допустимая температура стенки сосуда, °С	от минус 196 до плюс 70
Тип изоляции	Волокнисто-вакуумная
Масса тары, т	40,45 ± 1,21
Расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, максимальная, кН (тс)	230,3 (23,5)
Длина, мм:	
-по осям сцепления автосцепок	15090 ⁺⁶⁷ ₋₄₅
-по концевым балкам рамы	13870 ± 10
-емкости	14144 ± 40
База, мм:	
-емкости	10000±5

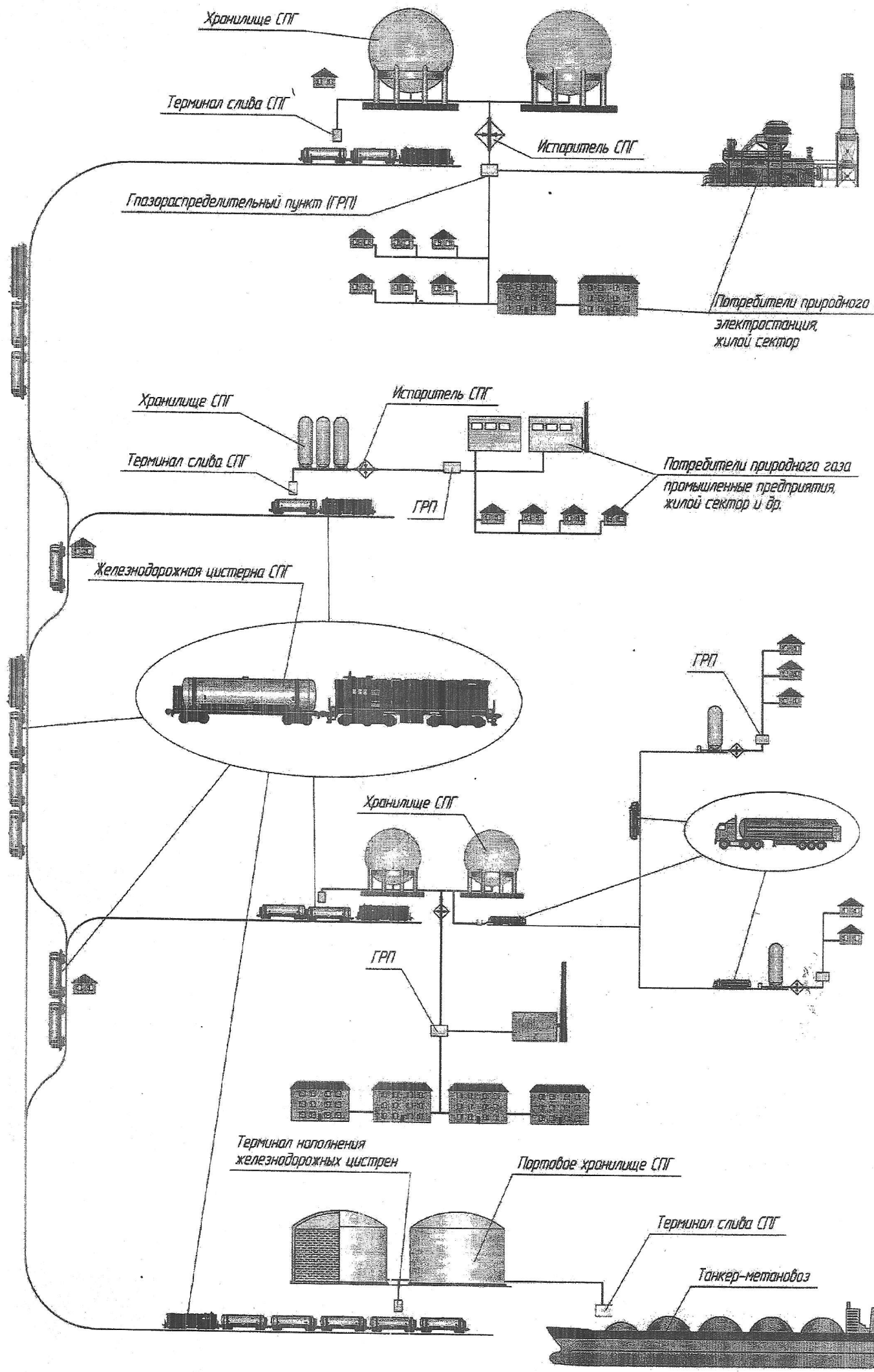


Рис. Обеспечение потребителей газифицирующим СПГ

-тележки	1850 ⁺⁷ -5
Конструкционная скорость, км/час	120
Модель двухосной тележки	18-100, тип 2
Срок службы, лет	20

Примечание: Конструкция вагона-цистерны для сжиженного природного газа (СПГ) будет соответствовать стандарту стран-импортёров для их транспортировки по ж/д в составе локомотивных сцепок с учетом размера колеи ж/д.

3. Холодные газификаторы сжиженного природного газа (ХГ/СПГ)

Емкости производятся в соответствии с техническими условиями, российскими стандартами и нормами для сосудов, работающих под давлением.

ХГ/СПГ, см. Таблицу 4, включает в себя вертикальные или горизонтальные криогенные емкости объемом до 250 м³ с испарителями; вакуумные криогенные трубопроводы, необходимые для создания систем снабжения и газификации, отвечающие требованиям конкретного Покупателя. Оборудование сертифицировано и имеет Разрешение на применение РОСТЕХНАДЗОРА.

Таблица 4.

Технические характеристики одной из систем ХГ/СПГ	Значение показателя
Продукт	азот, аргон, СПГ, кислород
Геометрический объем сосуда, м ³	до 120
Максимальное рабочее давление, МПа	до 1,6
Производительность по газу, м ³ /ч	до 2000
Нагрев газа по отношению к температуре окружающего воздуха, град	20
Тип	трубчатый (оробренная труба)

4. Емкости для хранения криогенных продуктов

Емкости, см. Таблицу 5, производятся в соответствии с техническими условиями, российскими стандартами и нормами для сосудов, работающих под давлением. Тип емкостей - вертикальные и горизонтальные криогенные емкости объемом до 250 м³, а также поставляет испарители, вакуумные криогенные трубопроводы, необходимые для создания систем снабжения и газификации, отвечающие требованиям конкретного заказчика. Оборудование сертифицировано и имеет Разрешение на применение РОСТЕХНАДЗОРА.

Таблица 5.

Технические характеристики	Значение показателя
Продукт	СПГ
Геометрический объем сосуда, м ³	От 100 до 250
Максимальное рабочее давление, МПа	до 1,6
Тепловая изоляция	волоконисто-вакуумная, экранно-вакуумная, порошково-вакуумная
Материал сосуда	нержавеющая сталь 12Х18Н10Т
Материал оболочки	низколегированная сталь 09Г2С
Арматура	Комплект для эксплуатации + для пусконаладки при введении в эксплуатацию+ ЗИП на два года эксплуатации
Уровнемер	Хранилища могут быть оснащены по требованию Покупателя различными типами уровнемеров с

	погрешностью измерения уровня в ёмкости хранения ± 1 мм
--	---

5. Криогенные трубопроводы для СПГ

Проектируемые и изготавливаемые криогенные трубопроводы для транспортировки сжиженного природного газа (СПГ), см. Таблицу 6.

Криогенный трубопровод представляет собой двустенный трубопровод с экранно-вакуумной изоляцией и комплектуется следующими элементами:

компенсаторами, металлорукавами, соединительными элементами, опорами, мембранными защитными устройствами, секциями криогенных трубопроводов.

Трубопроводы сертифицированы и имеют разрешение на применение Ростехнадзора.

Таблица 6.

Технические характеристики	Значение показателя
Продукт	СПГ
Изоляция	экранны-вакуумная
Рабочее давление, МПа	от 0,1 до 2,5
Внутренний диаметр трубопровода, мм	от 20 до 200
Наружный диаметр трубопровода, мм	от 120 до 273
Температура окружающей среды, °С (градус Цельсия)	от минус 60 до плюс 70

6. Фронт заправки/слива СПГ

Для заправки СПГ из морских терминалов приёма и хранения СПГ в железнодорожные вагоны-цистерны СПГ или транспортные контейнеры СПГ, а также слива доставленного СПГ в ёмкости хранения потребителя проектируются, изготавливаются и поставляются пожаро- и взрывобезопасные фронты заправки/слива СПГ под ключ с учётом конкретного заказа Покупателя.

Заключение

1. Эксплуатация на Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМ) газотурбовозов типа ГТ1h-001 (ГТ1h-002), а также маневровых газотепловозов типа ТЭМ19 на моторном топливе сжиженный природный газ (СПГ) будет способствовать интенсивному развитию экономических регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока.
2. Масштабное применение СПГ обеспечит освоение ресурсов недр вдоль трассы БАМ, что в свою очередь будет способствовать созданию сотни тысяч рабочих мест, полной загрузке БАМ, развитию городов и поселков БАМ.
3. Использование железной дороги как основы проекта доставки СПГ удаленным потребителям от развитых сетей газотрубопроводов интенсифицирует процесс освоения СПГ как топлива в странах-импортёрах.
4. Предприятия уральского региона АО «Синара- Транспортные машины»; АО «Уралкриомаш», г. Нижний Тагил; ООО «Электротяжмаш – Привод», г. Лысьва внесли весомый вклад в реализацию проекта по созданию инновационной наукоёмкой продукции газотурбовоза типа ГТ1h-001 (ГТ1h-002).

Литература

1. Государственная программа РФ "Развитие транспортной системы" с изменениями (Постановления правительства РФ от 31 марта 2017 г. № 398)
2. <https://minenergo.gov.ru/node/1156>
3. <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/lng/sakhalin2/>
4. <https://ria.ru/economy/20180119/1512959718.html>
5. <https://newizv.ru/news/economy/28-11-2017/u-gazproma-problemy-indiyskiy-rynok-gaza-ne-opravdal-nadezhd>
6. <http://tehnorussia.su/zheleznodorozhnaya-tehnika/39-gazoturbovozy/5-gazoturbovoz-gt1>

7. www.sinara-group.com
8. <http://tehnorussia.su/zhelezнодорожная-техника/39-gazoturbovozy/51-gazoturbovozem19>
9. Дроговоз П.А. Управление стоимостью инновационного промышленного предприятия. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.-240с.
10. www.cryont.ru

Power infrastructure for supplying liquefied natural gas to consumers which are remote from the developed networks of gas-pipelines

Dr. Yu. Khristenko*, Dr. Oleg Cheremnikh^Δ, V. Belov*, Oleg Busygin*

*- JSC "NIIMASH", Nizhnyaya Salda, mail@niimashspace.ru;

^Δ- Ural technological Institute (branch), Nizhniy Tagil, nti@urfu.ru

Key words: liquefied natural gas (LNG), cryogenic infrastructure, railway, gas turbine locomotive, LNG transportation

Abstract

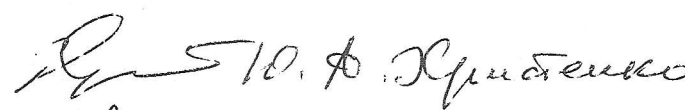
The Scientific and technical potential of the Ural region in ensuring implementation of the State program of the Russian Federation "Development of transport system" regarding development of use of the liquefied natural gas (LNG) as motor fuel is shown in the paper.

The perspective of the production of innovative science-intensive products - gas turbine locomotive of type GT1h-001 (GT1h-002) till 2020 within the framework of the program of Russian Federation "Development of the transport system" by the enterprises of the Ural region "Sinara-Transport cars" JSC, Yekaterinburg; "Uralkriomash" JSC, Nizhny Tagil; "Electrotyazhmash-Privod" LLC, Lysva also is shown in the paper.

The concept of an innovative power infrastructure for supplying liquefied natural gas to consumers in remote regions of the country, which do not have a developed network of gas-pipelines, but has a railway communication, is given.

In addition, the use of the railway as a basis for the LNG delivery project to consumers, which are remote from developed gas-pipeline networks, will be accelerate the process of LNG development in importing countries.

Руководитель - эксперт:  (Белов В.Е.)


Ю.А. Христенко
