

УДК 621.59

<sup>1</sup>К.А. Иванов; <sup>2</sup>Н.В. Павлов, канд. техн. наук; <sup>3</sup>О.Я. Черемных, канд. техн. наук<sup>1</sup>ООО «НПО Мониторинг», 16-я Парковая, 26, г. Москва, РФ, 105484<sup>1</sup>АО «Уралкриомаш», Восточное шоссе, 24, г. Нижний Тагил, Свердловская область, РФ, 622051e-mail: <sup>1,2</sup>mail@monitoring-npo.ru; <sup>3</sup>cryont@cryont.ruORCID: <sup>1</sup>orcid.org/0000-0003-2493-1611; <sup>2</sup>http://orcid.org/0000-0003-4164-8076;<sup>3</sup>http://orcid.org/0000-0001-6203-3922

## СТАНЦИЯ РЕГАЗИФИКАЦИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В БЛОЧНО-МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

В последние годы в России активно ведутся работы по применению сжиженного природного газа (СПГ) в качестве топлива как в промышленности и коммунальном хозяйстве, так и транспортной отрасли. В создаваемых с этой целью комплексах основным компонентом является крупнотоннажная станция ожижения природного газа, размещаемая вблизи магистрального газопровода. СПГ с этой станции доставляется на станции его регазификации. Рассмотрены основные составляющие проекта станции регазификации природного газа, в которой применяется максимально агрегатированное в блоки и модули оборудование. В проекте предусмотрено использование таких ключевых элементов собственного изготовления, как эффективные атмосферные газификаторы СПГ («НПО Мониторинг») и криогенные контейнеры-цистерны для транспортировки СПГ (АО «Уралкриомаш»).

**Ключевые слова:** Сжиженный природный газ. Станция регазификации. Криогенная контейнер-цистерна. Узел подключения контейнера-цистерны. Атмосферные испарители.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Объём мирового товарного производства сжиженного природного газа (СПГ) в 2014 г. году возрос до 10,7 млн. т. К 2040 г. в структуре международной торговли природным газом доля СПГ достигнет 48 % [1, 2].

Доля России на мировом рынке СПГ на сегодняшний день составляет менее 5 %, в то время как по добыче природного газа Россия является мировым лидером. Так, в 2014 г. в стране его было добыто 639 млрд. м<sup>3</sup>.

В последнее десятилетие в стране активно разрабатываются работы по применению СПГ в качестве топлива как в промышленности и коммунальном хозяйстве, так и транспортной отрасли.

Автономная газификация населенных пунктов и промышленных предприятий, удаленных от существующей трубопроводной газотранспортной системы, — наиболее перспективное применение СПГ внутри страны.

В структуре Газпрома это направление развивает компания «Газпром Газэнергосеть». Первый её пилотный проект — реализация автономной газификации трёх посёлков в Пермском крае: Ильинский, Нерва и Северный Коммунар [3]. Также ведутся переговоры по автономной газификации с использованием СПГ в Томской, Вологодской, Кировской, Новосибирской и др. областях.

Основной концепцией пилотного проекта является создание комплекса, включающего станцию ожижения природного газа в точке доступа к магистральному газу, а также сеть станций регазификации в



Рис. 1. Общий вид станции регазификации СПГ

населенных пунктах и на промышленных объектах, имеющих транспортную доступность к указанной

станции ожижения. Обычно удаленность таких объектов не превышает 400 км.

## 2. СТАНЦИЯ РЕГАЗИФИКАЦИЯ СПГ

Используемая компанией «Газпром Газэнергосеть» схема станции регазификации включает в себя несколько стационарных криогенных ёмкостей-хранилищ СПГ, узел заправки, систему атмосферных испарителей и электрический подогреватель, соединенные между собой трубопроводами и арматурой (рис. 1).

Станция на своей территории имеет систему молниезащиты и пожаротушения. Заправка стационарных ёмкостей сжиженным природным газом производится периодически (по мере его расходования) от транспортной криогенной цистерны, доставляющей СПГ со станции ожижения. Такая схема является стандартной при использовании в качестве хранилища СПГ стационарных ёмкостей.

В то же время использование такой схемы станции регазификации приводит как к усложнению объекта, так и к весьма значительному увеличению капитальных затрат на её создание. Это связано с несколькими причинами:

- большим количеством требующихся криогенных ёмкостей для создания сети, включающей станцию ожижения и станции регазификации СПГ, так как кроме стационарных ёмкостей необходимо иметь ещё для доставки СПГ цистерны-полуприцепы;

- существенными затратами на строительные работы по созданию станций регазификации, обусловленные необходимостью больших площадок для размещения станции, сооружением объёмных фундаментов для стационарных ёмкостей;

- значительными сбросами природного газа в атмосферу в процессе заправки стационарных ёмкостей от передвижного заправщика, что сказывается на безопасности объекта.

**«НПО Мониторинг» разработан проект станции регазификации природного газа с использованием оборудования максимально агрегированного в блоки и модули. Станция регазификации включает в себя:**

**1. Две контейнер-цистерны типа КЦМ 40/09 производства АО «Уралкриомаш» (рис. 2).** Каждая цистерна с объёмом 40м<sup>3</sup> предназначена для перевозки и выдачи потребителю сжиженного природного газа. Контейнер-цистерна имеет сертификат

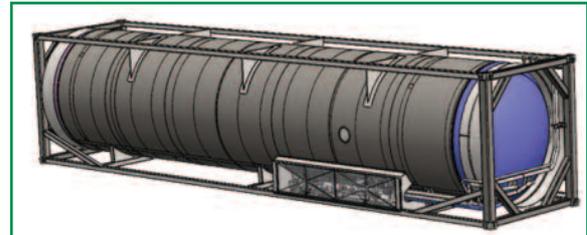


Рис. 2. Контейнер-цистерна типа КЦМ 40/09

морского регистра. Конструктивно выполнена в габаритах 40-футового контейнера. Основные её характеристики указаны в таблице. В цистерне применены материалы, которые подходят, во-первых, для изготовления транспортируемых и существенно нагруженных конструкций, во-вторых, для работы в условиях криогенных температур и превышающих атмосферное рабочих давлений СПГ. Так, для сосуда выбрана коррозионностойкая сталь 08X18H10T (ГОСТ 5632); для оболочки — низколегированная сталь 09Г2С-14 (ГОСТ 19281); для трубопроводов и арматуры — коррозионностойкая сталь 12X18H10T. Цистерна транспортируется полуприцепом — контейнеровозом. На площадке контейнер-цистерна может оставаться на полуприцепе или сниматься с прицепа специальными гидравлическими подъемниками. В рабочем режиме сжиженный природный газ выдаётся из одной контейнер-цистерны, в то время, как вторая находится на заправке на станции ожижения или в режиме ожидания.

**2. Два узла подключения контейнер-цистерн, включающих в себя необходимую предохранительную и запорную арматуру, в том числе и**

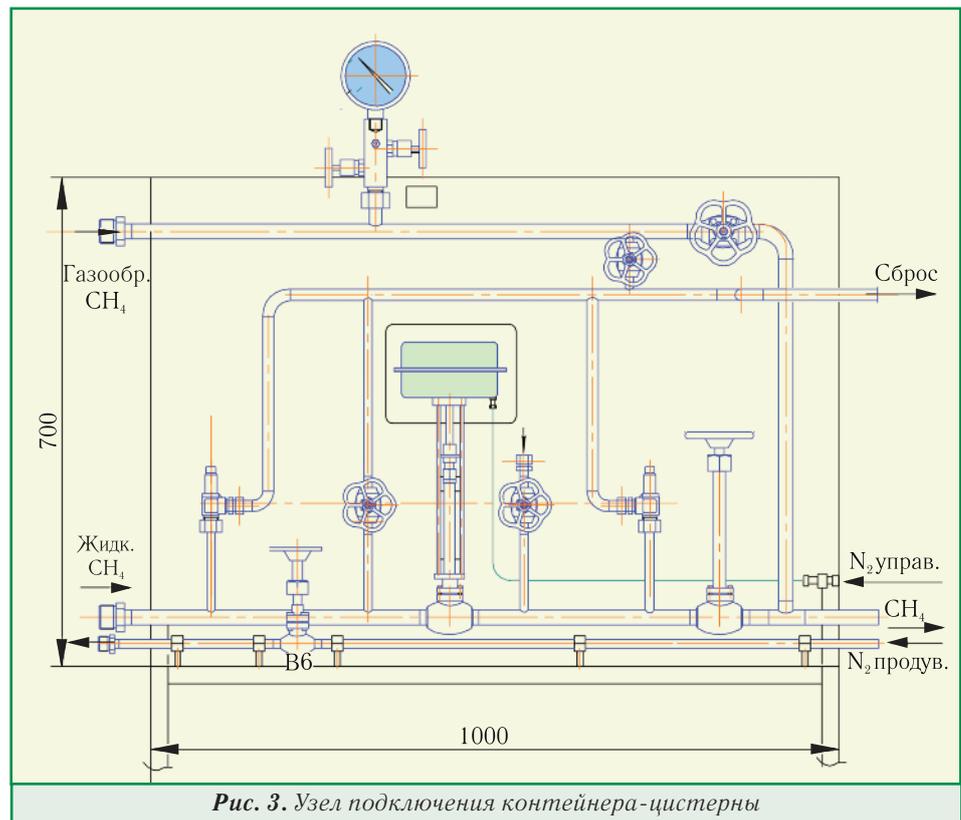


Рис. 3. Узел подключения контейнера-цистерны

## Характеристики контейнера-цистерны КЦМ 40/09 для сжиженного природного газа (СПГ)

Показатель	Значение
Вместимость, м <sup>3</sup>	40
Обозначение типоразмера по ИСО 668 1995	1AA
Максимально допустимая полезная нагрузка, кг	15820
Максимально допустимое рабочее давление, МПа	0,7
Код размера и типа контейнера по ГОСТ Р52524 (ИСО 6346-1995Е)	42К7
Испытательное давление, МПа	1,04
Контрольное время удержания (время между установлением первоначального давления наполнения 0,05 МПа и повышением давления в результате притока тепла до открытия предохранительных клапанов) не менее, суток	56
Арматура	Фирма «Herose», Германия
Вид теплоизоляции	Экранно-вакуумная
Температурный диапазон эксплуатации, °С	От минус 40 до плюс 50
Управление рабочими операциями	Ручное
Подъём, крепление КЦ	С помощью угловых фитингов
Максимальная масса брутто, кг	30480
Масса тары, кг	14660
Допустимая нагрузка при штабелировании при 1,8g, кг	192 000
Назначенный срок службы до списания, лет	20

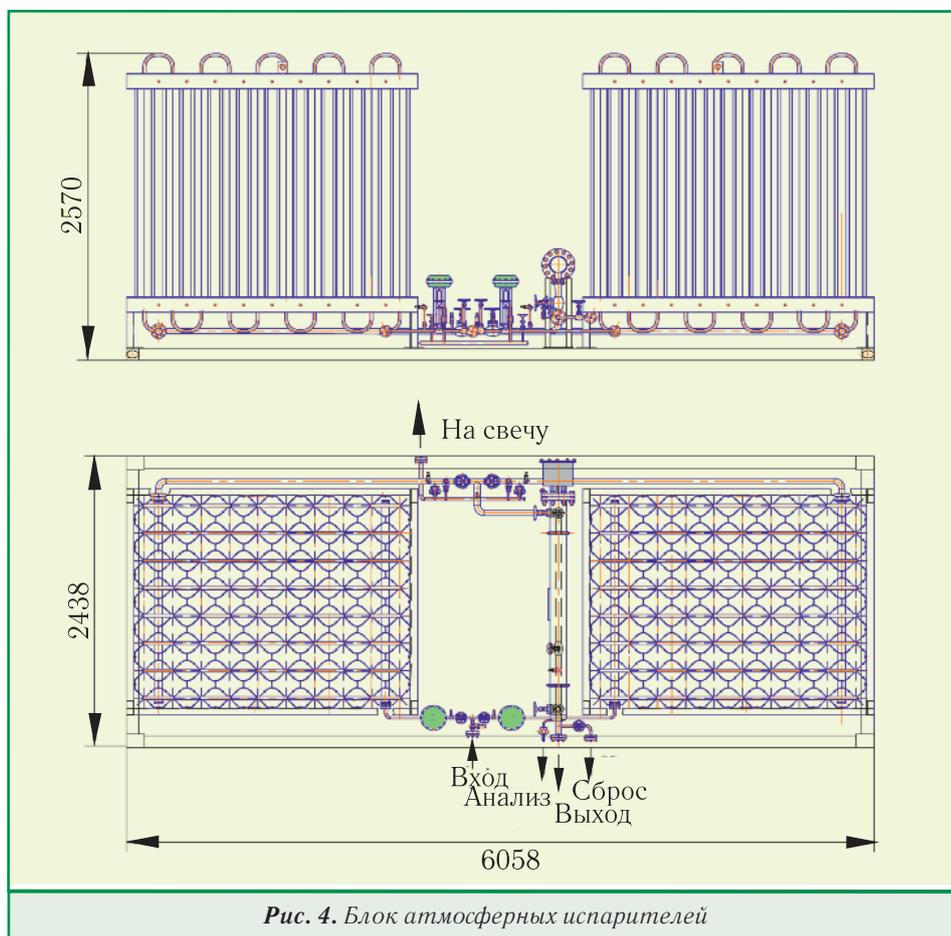


Рис. 4. Блок атмосферных испарителей

**автоматическую (рис. 3).** Каждый узел выполняет функцию соединения контейнера-цистерны с последующим блоком испарителей, автоматического переключения контейнера-цистерны, а также функцию продувки и дегазации соединительного трубопровода.

**3. Блок атмосферных испарителей (рис. 4) производства НПО «Мониторинг» предназначен для газификации СПГ и выдачи газа с заданными технологическими параметрами.** Для этого блок имеет два переключающихся атмосферных испарителя, электрический догреватель природного газа, необходимую автоматическую и ручную запорную, предохранительную арматуру, датчики температуры и давления. Работает блок испарителей в автоматическом режиме по програм-



Рис. 5. Блок-контейнер типа «Север»

ме, заданной блоком управления. Конструктивно блок выполнен на несущей раме с посадочными размерами стандартного 20-футового контейнера.

**4. Блок-контейнер типа «Север» (рис. 5)** с размещенной в нем системой автоматики для управления станцией регазификации СПГ с возможностью передачи данных на центральный пост (вероятно, на станцию ожижения природного газа). Управление при необходимости может осуществляться с центрального поста. Блок-контейнер выполнен в габаритах стандартного 20-футового контейнера.

**5. Рампа разрядная и два моноблока с азотом** для обеспечения подачи инертного газа для подготовки трубопроводов и для управления приводами арматуры.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование вышеуказанного оборудования позволяет создать станцию регазификации в кратчайшие сроки путём соединения составляющих её блоков и модулей трубопроводами и сигнальными кабелями КИПиА.

Предлагаемое построение станции даёт возможность:

1. Существенно снизить затраты на капитальное строительство ввиду отсутствия глубоких, сложных фундаментов и минимизации площади застройки.

2. Кардинально повысить условия безопасности на объекте из-за отсутствия процесса слива СПГ. Подготовка ёмкостей и их заправка производятся на территории установки ожижения. На объекте выполняется лишь подсоединение ёмкостей к узлам подключения гибкими шлангами и их продувка инертным газом для удаления кислорода воздуха.

3. Значительно снизить выбросы газа в атмосферу, так как в узлах подключения продуваемые объёмы полостей минимизированы до уровня нескольких литров.

4. Существенно уменьшить время обслуживания оборудования оператором на площадке в связи с отсутствием процесса заправки.

5. Упростить процедуру легализации объекта ввиду того, что используемые контейнер-цистерны не требуют регистрации в органах ФСЭТАН.

На рис. 6 показано, как будет выглядеть площадка станции регазификации СПГ с размещённым на ней оборудованием. Габариты площадки в большей степени определяются действующими нормами по удалению операторной и свечи рассеивания от резервуаров<sup>1), 2)</sup>.

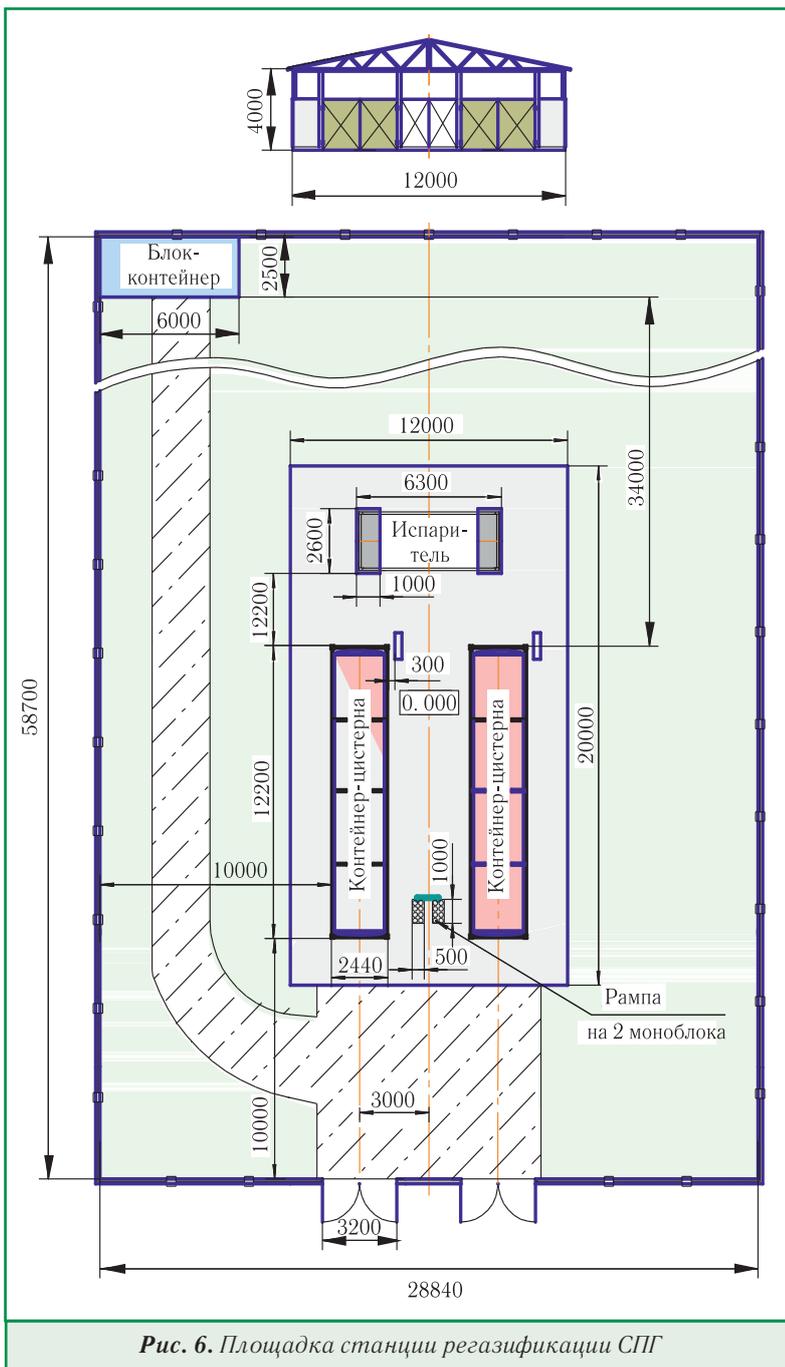


Рис. 6. Площадка станции регазификации СПГ

<sup>1)</sup> ГОСТ Р 55892-2013: «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа».

<sup>2)</sup> ПБ 088-342-00. Правила безопасности при производстве, хранении и выдаче сжиженного природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов (ГРС МГ) и автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС).

С учётом зимних условий эксплуатации объекта и отсутствием обслуживающего персонала на площадке зону размещения оборудования объекта целесообразно разместить под навесом.

Производительность станции регазификации — до 500 нм<sup>3</sup>/ч. Время непрерывной работы одной ёмкости с максимальной производительностью — 48 ч.

Без изменения габаритных характеристик и состава оборудования производительность станции может быть повышена вдвое. Целесообразность дальнейшего увеличения производительности локальных станций регазификации определяется не объёмом хранимого СПГ, а объёмом транспортного средства для его перевозки и удалённостью объекта от станции ожижения. По нашей оценке, доставка СПГ на объ-

ект чаще одного раза в день нерациональна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Лихачёв М.В.** Комплексное развитие рынка газомоторного топлива в России// Gas World Россия и СНГ. — 2015. — № 44. — С. 42–43.
2. **Выгон Г., Белова М.** Развитие мирового рынка СПГ: вызовы и возможности для России. — Сколково: Энергетический центр Московской школы управления, 2013. — 50 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.pro-gas.ru>.
3. **Манилкин И.Г.** Будущее Газпрома за сжиженным природным газом// Gas World Россия и СНГ. — 2014. — № 35. — С. 36.