

УДК 621.593

Л.В. Попов, Е.И. Рогальский

ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника», ул. 22-го Партсъезда, 97, корп. 1, г. Омск, РФ, 644105

e-mail: info@cryontk.ru

И.В. Левин, В.Н. Уткин

ООО «НИИ КМ», пл. Ак. Курчатова, 1, г. Москва, РФ, 123182

e-mail: niikm@niikm.ru

ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРИОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Более 40 лет предприятие занимается созданием и производством транспортных цистерн для перевозки криогенных продуктов. Освещаются технические характеристики, а также основные отличительные признаки выпускаемого компанией оборудования. Это должно помочь эксплуатирующим организациям при выборе соответствующего оборудования. Излагаются характеристики последней разработки — криогенного полуприцепа-цистерны с насосной выдачей жидких продуктов разделения воздуха, которой свойственны следующие основные достоинства: сокращение потерь при опорожнении ёмкости, увеличение давления и уменьшение времени выдачи криогенного продукта.

Ключевые слова: Криогенные цистерны. Транспортирование продуктов разделения воздуха. Кислород. Азот. Аргон. Криогенный насос.

L.V. Popov, E.I. Rogalsky, I.V. Levin, V.N. Utkin

TANKS FOR TRANSPORTATION OF CRYOGENIC PRODUCTS

The enterprise is engaged more than 40 years in creation and manufacture of transport tanks for transportation of cryogenic products. Characteristics and also the basic distinctive attributes of the released equipment released by the company. It should help the maintaining organizations in a choice of the corresponding equipment. Characteristics of last development — cryogenic semitrailer-tanks with pump delivery of liquid air separation products are stated. For this pump delivery corresponds the following basic advantages: decrease of losses at emptying, increase the pressure and decrease of delivery time of cryogenic product.

Keywords: Cryogenic tanks. Transportation of air separation products. Oxygen. Nitrogen. Argon. Cryogenic pump.

1. ВВЕДЕНИЕ

Рост числа потребителей продуктов разделения воздуха, которые давно уже перестали быть только техническими газами, порождает новые запросы и требования рынка. При этом постоянно расширяется и спектр технологий, использующих газы, и требования к самим газам (их чистоте и составу смесей). Кроме того, множатся (главным образом, малые) предприятия по переработке криопродуктов в газы. Растёт потребление самих криопродуктов, а их производители постоянно увеличивают и сектор, и зону, которые обеспечиваются ими. Криопродукты стали более дефицитными, и их стоимость за последние 5 лет существенно возросла. Так, кислорода — в 2 раза, азота — в 2,5, аргона — в 2,7 (по данным авторов).

Указанные обстоятельства, а также факторы, су-

щественно влияющие на потери криопродуктов (расстояния, средства перевозки, способы перегрузки, сроки, технологии и средства хранения и переработки), рассмотренные в работах [1-3], поставили перед производителями ёмкостного и транспортного криогенного оборудования новую задачу. Она состоит в том, чтобы потребитель имел возможность выбора для решения своих технологических проблем наиболее приемлемого оборудования.

Омский завод кислородного машиностроения (ныне ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника») остается одним из крупнейших в России производителей оборудования для инфраструктуры транспортирования и хранения криопродуктов, а также их газификации. Предприятие преодолело трудности постперестроечного периода и перешло к рынку и предлагает потребителю гамму сов-

ременного оборудования, способного решать поставленную задачу. Оборудование успешно конкурирует с зарубежными аналогами в координатах «цена-качество». Учитывая то, что комплекс приближён к территории, богатой разнообразными минеральными ресурсами, в первую очередь энергетическими, можно надеяться на интенсивное развитие рынка криогенного оборудования в данном регионе, которое является основной составляющей в обеспечении газами и криопродуктами всего спектра потребителей.

2. НОМЕНКЛАТУРА И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ВЫПУСКАЕМЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ЦИСТЕРН

Предлагаемая предприятием номенклатура цистерн для транспортирования сжиженных криогенных газов достаточно разнообразна (см. табл. 1). Без определенного опыта эксплуатации подобного оборудования разобраться в его широкой гамме и правильно сделать выбор непросто. Ниже приведена систематизация транспортных цистерн для криогенных продук-

Таблица 1. Номенклатура цистерн, предназначенных для перевозки криогенных жидких продуктов

Универсальные цистерны						
Обозначение изделия	ЦТК-1/0,25	РК-2/0,25	ТРЖК-3М	ТРЖК-5М	ЦТК-8/0,25М	ЦТК-16/0,25
Вместимость, м ³	1,15	2,0	7,38	5,6	7,38	16
Рабочее давление, МПа	0,25					
Масса транспортируемого продукта, кг:						
– кислород	1250	2100	8000	6000	8000	17500
– азот	900	1500	5670	4200	5670	12200
– аргон	1480	2600	8000	6000	9700	19000
Масса изделия, кг	930	1350	3200	2550	2600	7500
Автомобили-цистерны						
Обозначение изделия	ЗПП-8		УПК-5		УПК-5-1	УПК-8
Тип автомобиля	КАМАЗ					
Вместимость, м ³	8		7,38		5,6	7,38
Масса заливаемого продукта, кг, не более						
– кислород	–		6000		4200	8000
– азот	–		4200		4200	5670
– аргон	–		6000		4200	8000
– СПГ	3200		–		–	–
Рабочее давление в ёмкости, МПа	0,4		0,25			
Снаряженная масса порожней установки, кг	12000		10630		14015	11115
Полная масса установки (кг), заправленной:						
– кислородом	–		16630		18215	19445
– аргон	–		16630		18215	19445
– азотом	–		14830		18215	16700
Полуприцепы-цистерны						
Обозначение изделия	УПК-8П п	ППЦП-16/1,6	ППЦК-16/0,25	ППЦК-16/0,25-1	ППЦК-19/0,25	
Рекомендуемый тип тягача	КАМАЗ	МАЗ			МАЗ, КАМАЗ, SCANIA	
Вместимость, м ³	7,38	16			19,2	
Рабочее давление цистерны, МПа	0,25	1,6	0,25			
Давление выдачи, МПа	0,25	1,6	0,25			
Масса транспортируемого продукта, кг:						
– кислород	8000	–	17500	17500		20600
– азот	5670	–	12200	12200		14700
– аргон	9700	–	19000	19000		25200
– СПГ	–	7200	–	–		–
Масса снаряжённого изделия с порожней цистерной, кг	8800	17000	13100	13500		13600

тов. Учитывалось несколько основных систематизирующих признаков.

2.1. По роду перевозимых криогенных продуктов

Предприятие серийно производит транспортное ёмкостное оборудование для следующих сжиженных газов: кислород, азот, аргон, природный газ (метан). Поскольку получение первых трёх газов часто привязано к одной и той же установке, то под них выпускаются модификации оборудования, имеющие возможность заполнения любым из указанных трёх продуктов. Природный газ транспортируется в специализированных цистернах, что продиктовано обеспечением требований безопасности, технологических и режимных регламентов, а также учётом иных особенностей производства и использования сжиженного природного газа (СПГ).

2.2. По объёму цистерн

Сегодня предприятие производит различные транспортные цистерны вместимостью от 1 м³ до 19 м³.

2.3. По исполнению

Цистерны могут поставляться в трёх исполнениях: универсальные цистерны; автомобили-цистерны; полуприцепы-цистерны.

Универсальные криогенные цистерны (фото 1) используются преимущественно для стационарного хранения жидких криопродуктов, но в отличие от обычных стационарных резервуаров могут быть смонтированы заказчиком на автотранспортной, железнодорожной или авиационной базе, поскольку конструкция рассчитана на возникающие при транспортировании продуктов соответствующие инерционные нагрузки. К данному классу относятся цистерны вместимостью до 16 м³.



Фото 1. Цистерна ЦТК-8

Классы автомобилей-цистерн и полуприцепов-цистерн предназначены непосредственно для транспортирования жидких продуктов по автодорогам. Эти типы транспортных средств имеют необходимые разрешительные документы, что облегчает процедуру постановки их на учёт в органах ГИБДД.

В автомобилях-цистернах установка криогенной ёмкости производится непосредственно на лонжероны шасси автомобиля (фото 2). Данный класс обо-

дования обычно применяется при небольших расстояниях транспортирования.

Для перевозки на значительные расстояния, как правило, используются цистерны вместимостью от 8 до 19 м³ (фото 3). Такие цистерны размещаются на полуприцепах, транспортируемых автомобильными тягачами. Дополнительно следует отметить, что для данного класса оборудования важным является правильный подбор транспортного тягача: по массе автомобиля, высоте расположения седельно-сцепного устройства (ССУ), нагрузке на него и габаритным характеристикам выступающей части заднего моста тягача относительно ССУ (наибольший радиус обметания). Поэтому при всей возможной широте выбора нашим предприятием рекомендуется применять базовый тягач.



Фото 2. Автомобиль-цистерна УПК-5



а)



б)

Фото 3. Полуприцепы-цистерны ППЦК-19/0,25 (а) и ППЦП-16/1,6 (б)

2.4. По типу выдачи продуктов

Для выдачи криогенных продуктов из транспортных цистерн, выпускаемых ООО «НТК «Криогенная техника», применяются три основные схемы: безнасосная, схема с дополнительной линией под насос и схема с насосом (рис. 4).

Безнасосная схема выдачи продуктов наиболее распространена. Все выпускаемые изделия дают возможность производить опорожнение ёмкости таким способом в основном или аварийном режимах. В данной схеме выдача осуществляется подъёмом давления

во внутреннем сосуде транспортной цистерны путём испарения некоторого количества продукта с помощью атмосферных испарителей. Такая схема обладает простотой и надёжностью работы, в ней отсутствует подвод энергии от внешних источников, но имеется значительная потеря продукта при передавлении [2]. Так, в зависимости от режима выдачи (темпа и давления выдачи, температуры жидкости в резервуаре, температуры окружающей среды и прочих условий) суммарные потери продукта для одного опорожнения криогенной цистерны вместимостью 19 м³ могут составлять от 100 до 700 кг.

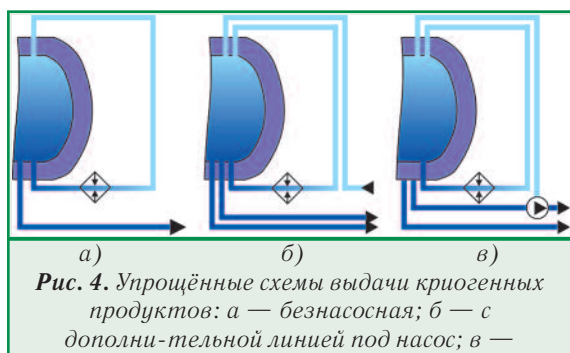


Схема с дополнительной линией под насос применялась в основном в резервуарах, входящих в состав выпускаемых предприятием газификационных установок. Сегодня ряд заказчиков оговаривает дополнительные требования к изделиям, в частности выполнение вывода линий для подключения насоса. Такой подход позволяет не только осуществлять выдачу с помощью стационарных криогенных насосов, установленных на производственных площадках потребителей, но также подключать к ёмкости дополнительные источники криопродукта для непрерывной выдачи его из нескольких цистерн. Это привело к появлению новых самостоятельных изделий с данной схемой выдачи. В частности, в таком исполнении выпускаются изделия типа ТРЖК и ППЦК 16/0,25-1. В конструкциях цистерн, где используются схемы с дополнительной линией под насос, имеется трубопроводная обвязка для безнасосной выдачи: дополнительно выведены линии подачи в насос и организации связи по газу.

На рынке сжиженных криогенных газов в последнее время активно продвигается технология обеспечения газами с минимальными потерями у потребителя. Особенно это актуально при транспортировании жидкого аргона, где удорожание конструкции покрывается экономией от сокращения потерь относительно дорогого жидкого продукта.

Схема с насосом позволяет сократить потери при непосредственном передавлении продукта из транспортной цистерны; избежать потерь, связанных со сбросом давления в ёмкости потребителя; организовать дозаправку ёмкости потребителя без остановки работы.

Аналогично схеме с дополнительной линией под насос в конструкции изделий с такой схемой выдачи

имеются две трубопроводные линии опорожнения. Стандартная линия даёт возможность наполнять цистерны с совмещением функции резервного опорожнения продукта при давлении в цистерне. Основная линия оснащена насосом и используется для выдачи потребителю жидкого продукта с давлением нагнетания, обеспечиваемым насосом.

Первые транспортировщики такого типа на основе центробежных насосов были изготовлены и поставлены на экспорт.

3. СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛУПРИЦЕПЫ-ЦИСТЕРНЫ

Одной из перспективных последних работ предприятия в области создания транспортных цистерн стала разработка по заказу и с участием компании ООО «НИИ КМ» полуприцепа-цистерны вместимостью 16 м³ с насосной выдачей продукта для отечественного рынка и рынка Ближнего зарубежья, получившая наименование ППЦК 16/0,25-II (фото 5). Технические характеристики полуприцепа-цистерны приведены в табл. 2.



Таблица 2. Технические характеристики полуприцепа-цистерны ППЦК-16/0,25-II

Обозначение изделия	ППЦК-16/0,25-II
Рекомендуемый тип тягача	МАЗ (или зарубежные аналоги)
Вместимость, м ³	16
Рабочее давление цистерны, МПа	0,25
Давление выдачи, МПа	1,0-1,8
Темп выдачи, л/мин	150-420
Масса транспортируемого продукта, кг:	
— кислород	17500
— азот	12200
— аргон	19000
Масса снаряжённого изделия с порожней цистерной, кг	13700

Как следует из табл. 2, рабочее давление цистерны традиционно составляет 0,25 МПа. Центробежный насос GBS 155/4,5 компании «Cryostar» (Франция) в зависимости от рода криогенного продукта обеспечивает выдачу 150-420 л/мин с давлением нагнетания до 1,8 МПа [3]. Конструктивно насос разме-

щён в нижней части рамы полуприцепа непосредственно под цистерной. Корпус насоса расположен в защитном кожухе, предохраняющем его от механических повреждений и загрязнения во время движения. Для облегчения его демонтажа предусмотрена съёмная рама, закреплённая в направляющих кожуха. Рама насоса связана с рамой прицепа с помощью амортизационной системы. Всасывающий и нагнетающий патрубки насоса подключены с помощью гибких металлорукавов (фото 6).



Фото 6. Внешний вид арматурного шкафа ППКК-16/0,25-II

В настоящее время первый опытный образец полуприцепа-цистерны прошёл испытания и направлен заказчику для опытной эксплуатации.

Дополнительно нами прорабатывается вопрос о возможности комплектации данного изделия, а также других цистерн недорогими массовыми расходомера-

ми, что облегчит коммерческий учёт продуктов. Опыт использования таких приборов был получен при эксплуатации экспортных транспортировщиков.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника» выпускается широкая гамма серийных транспортных криогенных цистерн различных модификаций. Предприятие имеет не только современную базу для их производства, но и способно квалифицированно осуществлять конструкторские разработки, что позволяет проводить политику индивидуального подхода к потребностям заказчиков и создавать модификации ёмкостного оборудования с учётом их нужд.

Так, нашими предприятиями совместно разработан новый транспортировщик, отвечающий ожиданиям ряда российских организаций-поставщиков жидких криогенных газов, вписывающийся в современные и ранее созданные технологии доставки потребителям жидких продуктов разделения воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техничко-экономический анализ перевозок аргона/**В.Л. Бондаренко, С.Ю. Вигуржинская, Т.В. Дьяченко и др.**// Технические газы. — 2006. — № 2. — С. 60-67.
2. Оценка потерь криогенных продуктов разделения воздуха при их транспортировании, хранении и переработке/**И.В. Левин, А.Е. Угроватов, В.Н. Уткин и др.**// Технические газы. — 2006. — № 6. — С. 59-62.
3. **Уткин В.Н.** Высокоэффективные криогенные насосы для технологий производства и использования газов// Технические газы. — 2007. — № 4. — С. 65-69.

ООО «ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО»
Refrigeration, Ltd.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО»

127422, Россия, Москва, ул. Костякова, дом 12, офис 53-54
Телефон/факс: (495) 976-90-01, 639-53-00 e-mail: mail@holod-delo.ru

Журнал «Холодильный бизнес»
Ежемесячный информационно-рекламный журнал о производстве и использовании холода во всех областях промышленности, сельского хозяйства, торговле, строительстве, медицине, научных исследованиях и в быту.
e-mail: refrigeration@holod-delo.ru

Журнал «Мороженое и замороженные продукты»
Первый в России ежемесячный специализированный информационно-рекламный журнал о мороженом и замороженных продуктах питания. Обзоры рынка, оборудование, технологии, новая продукция, статистика, анонс выставок и семинаров, новости компаний и другая полезная информация.
e-mail: ice-cream@holod-delo.ru

Справочник «Россия холодильная» Единственный ежегодный адресно-телефонный справочник. Сведения примерно о 5000 фирм и организациях, чья деятельность связана с производством и использованием низких температур (промышленный, технологический и торговый холод, кондиционирование, замороженные продукты питания, мороженое и пр.).
e-mail: database@holod-delo.ru

В РОССИИ холод за нас!
www.holod-delo.ru