

УДК 621.56/59

**В.Н. Дудышева, Н.В. Павлов\***

ООО «НПО Мониторинг», ул. 16-я Парковая, 26, г. Москва, РФ, 105484

\*e-mail: pavlov@monitoring-ooo.ru

**В.В. Мостовой**

ООО «НТК «Криогенная техника», ул. 22-го Партсъезда, 97, г. Омск, РФ, 644105

e-mail: info@cryontk.ru

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КРИОГЕННЫХ ЁМКОСТЕЙ И ХОЛОДНЫХ ГАЗИФИКАТОРОВ

*Транспортные и стационарные криогенные ёмкости, а также газификаторы криопродуктов пользуются высоким спросом. Для их совершенствования применяют новые конструктивные решения, более эффективные виды теплоизоляции. Показатели указанного оборудования, хорошо зарекомендовавшего себя в процессе длительной эксплуатации, можно существенно улучшить за счёт использования в нём современной арматуры и новейшей комплектации. Рассматриваются перспективные проекты модернизации наиболее распространённых моделей транспортных криогенных цистерн ЦТК и резервуаров ТРЖК, а также холодных криогенных газификаторов.*

**Ключевые слова:** Транспортная криогенная цистерна. Холодный криогенный газификатор. Жидкие криопродукты. Арматура. Модернизация.

V.N. Dudisheva, N.V. Pavlov, V.V. Mostovoy

## MODERNIZATION OF TRANSPORT CRYOGENIC TANKS AND LOW-PRESSURE GASIFIERS

*Transport and stationary cryogenic tanks, and also gasifiers of cryoproducts use by great demand. New constructive decisions and more effective kinds of heat-insulation are applies to their perfection. Parameters of the specified equipment which establish a good reputation, during long operation, is possible to improve due to use in it of modern armature and the newest complete set. Perspective projects of modernization of the most widespread models of transport cryogenic tanks and vessels, and also low-pressure cryogenic gasifiers are considered.*

**Keywords:** Transport cryogenic tank. Low-pressure cryogenic gasifier. Liquid cryoproducts. Armature. Modernization.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время растёт потребление жидких продуктов разделения воздуха (кислород, азот, аргон); начинают внедряться в различные сферы технологии, основанные на использовании сжиженного природного газа. В связи с этим повышается спрос на транспортные и стационарные криогенные ёмкости, газификаторы криопродуктов.

Разработкой и серийным производством необходимого для этих целей оборудования занимается известное среди специалистов предприятие — «НТК «Криогенная техника». В качестве примера можно сослаться на хорошо зарекомендовавшие себя транспортные криогенные цистерны типа ЦТК и резервуары типа ТРЖК. Их технические характеристики приведены в табл. 1. В них применена вакуумно-порошковая изоляция (ВПИ). Фото 1 даёт представление о

внешнем виде транспортной криогенной цистерны ЦТК-8/0,25.



**Фото 1.** Цистерна транспортная криогенная ЦТК-8/0,25

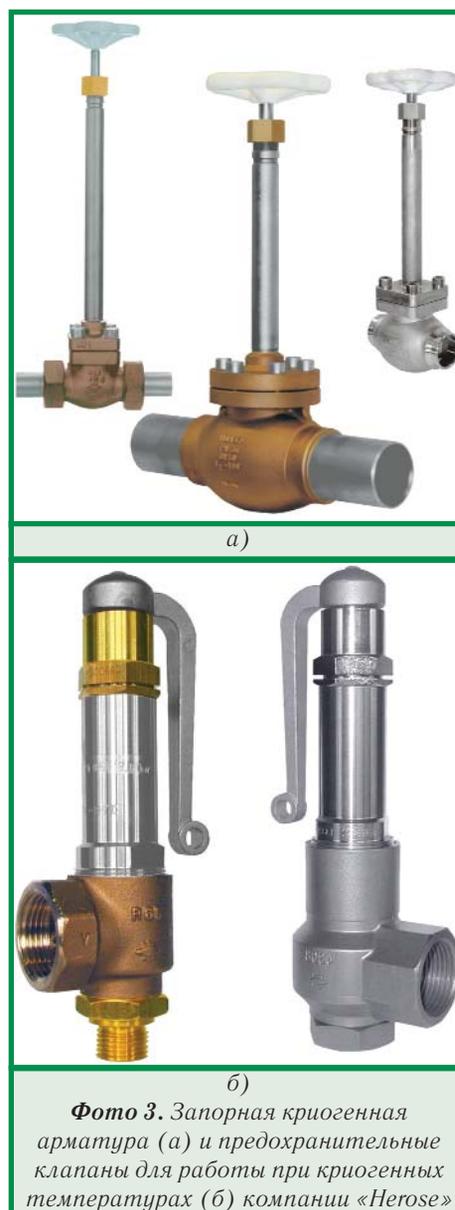
Этим же предприятием производятся различные

стационарные холодные газификаторы типа ГХК, предназначенные для получения газообразных кислорода, азота, аргона и метана из жидких продуктов. Они используются во многих отраслях промышленности, где требуются указанные продукты для реализации технологических процессов. Газификаторы, как следует из табл. 2, включают в себя компактные системы хранения с вместимостью 3, 8 10 и 25 м<sup>3</sup> и производственный атмосферный испаритель необходимой производительности. Рабочее давление выдаваемых продуктов — 1,6 МПа. Криогенные газификаторы имеют экранно-вакуумную изоляцию. Внешний вид одного из производимых газификаторов представлен на фото 2.



**Фото 2.** Газификатор холодный криогенный ГХК-8/1,6-500

В период 1980-2007 гг. было выпущено около 26500 ёмкостей типа ЦТК (ТРЖК) и более 23100 газификаторов холодных криогенных типа ГХК. При эксплуатации в течение многих лет это оборудование хорошо зарекомендовало себя в промышленности, медицине, металлургии, нефтяной и газовой промышленности, оборонной технике. В настоящее время значительное количество оборудования этих типов прак-



**Фото 3.** Запорная криогенная арматура (а) и предохранительные клапаны для работы при криогенных температурах (б) компании «Herose»

тически исчерпало назначенный срок эксплуатации

**Таблица 1.** Характеристики транспортных криогенных цистерн и резервуаров

Обозначение изделия	ЦТК-1/0,25	РК-2/0,25	ТРЖК-3М	ТРЖК-5М	ЦТК-8/0,25М	ЦТК-16/0,25
Вместимость, м <sup>3</sup>	1,15	2	7,38	5,6	7,38	16
Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,25 (2,5)					
Масса хранимого криопродукта, кг, не более						
– кислород	1250	2100	8000	6000	8000	17500
– азот	900	1500	5670	4200	5670	12200
– аргон	1480	2600	8000	6000	9700	19000
Потери криопродукта от испарения, кг/ч, не более						
– кислород	0,7	0,78	1,84	1,55	1,74	3
– азот	0,72	0,83	1,88	1,71	1,85	3,5
– аргон	0,94	0,96	2,63	2,25	2,12	4,1
Масса порожней цистерны, кг, не более	930	1350	3200	2550	2600	7500
Габаритные размеры, мм, не более	2600×1275 ×1430	3780×1280 ×1350	5030×1930 ×2020	3910×2100 ×2020	5000×2090 ×2050	9600×2100 ×2900
© В.Н. Дудышева, Н.В. Павлов, В.В. Мостовой						

**Таблица 2. Характеристики холодных криогенных газификаторов**

Обозначение изделия	ГХК-3/1,6	ГХК-3/1,6-200М	ГХК-8/1,6	ГХК-8/3,0-250	ГХК-8/1,6	ГХК-0/1,6	ГХК-25/1,6
Вместимость, м <sup>3</sup>	3	3	8	8	8	10	25
Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	1,6 (16)	1,6 (16)	1,6 (16)	3 (30)	1,6 (16)	1,6 (16)	1,6 (16)
Производительность по газообразному кислороду, нм <sup>3</sup> /ч	25; 50; 75; 100	200	25; 50; 75; 100	250	500; 1000; 2000	25; 50; 75; 100	250; 500; 1000; 1500; 2000
Масса порожнего изделия, кг	3370	3695	6400	8100	7632	7000	15000
Количество заливаемого продукта (кислорода), т	3,5	3,5	8,7	8,7	8,7	11	27
Габаритные размеры, мм	2390×2170×3000	2390×2170×3000	2380×2170×5570	2400×2170×5604	2380×2170×5570	2400×2170×6600	2850×3300×8100

(20 лет). В связи с этим проводится диагностирование технического состояния оборудования с целью определения возможности дальнейшей его эксплуатации. Опыт проведения таких работ различными организациями, в первую очередь, ООО «НТК «Криогенная техника» и ООО «НПО Мониторинг», показывает, что и после 20 лет эксплуатации это оборудование сохраняет хорошие показатели. После выполнения регламентных работ оно оказывается пригодным к дальнейшей эксплуатации.

Наиболее слабым местом у эксплуатирующегося много лет оборудования является запорно-регулирующая арматура. Ранее применявшаяся криогенная арматура морально устарела и имеет ряд недостатков в сравнении с современным оборудованием. Покажем

целесообразность использования современной арматуры и другой новейшей комплектации при модернизации перечисленного криогенного оборудования.

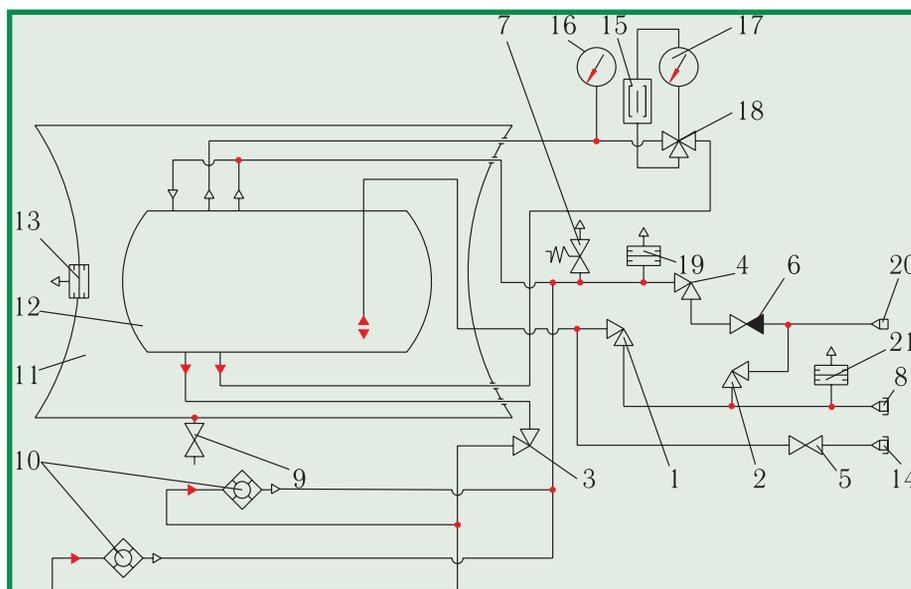
## 2. МОДЕРНИЗАЦИЯ КРИОГЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К недостаткам применяемой арматуры следует отнести её значительную металлоёмкость, большие габариты и массу. Наличие фланцевых соединений повышает вероятность утечек продукта. Также возможно возникновение утечек в ёмкостях типа ЦТК в местах резьбовых соединений алюминиевых испарителей наддува с нержавеющей трубами. К серьезным проблемам приводит несовершенство соединения за-

правочной арматуры ёмкости с заправочным шлангом с помощью гайки «РОТ» [1]. Уплотнение этих соединений производится молотком, удары которого при этом передаются на арматуру и не лучшим способом сказываются на её работоспособности.

Увеличенная существенно металлоёмкость и внушительные габариты применяемой в ёмкостях арматуры определяют высокую её стоимость и сложность при проведении ремонта.

В настоящее время сложились хорошие условия для развития интеграции с целью использования в криогенном оборудовании совершенной арматуры, выпускаемой зарубежными производителями. Компания ООО «НПО Мониторинг» уже несколько лет применяет в своих изделиях и при монтаже криогенных систем арматуру компании «Herose» (Германия). Мы убеди-



**Рис. 4. Технологическая схема модернизированной ёмкости типа ЦТК-8/0,25 или резервуара ТРЖК-5/0,25М:** 1 — вентиль наполнения-выдачи; 2 — вентиль опорожнения шланга; 3 — вентиль испарителя; 4 — вентиль газосброса; 5 — вентиль наполнения сосудов Дьюара; 6 — обратный клапан; 7 — предохранительный клапан сосуда; 8 — фланец наполнения-выдачи; 9 — вакуумный вентиль; 10 — испаритель; 11 — наружный кожух; 12 — внутренний сосуд; 13 — предохранительная мембрана кожуха; 14 — штуцер наполнения сосудов Дьюара; 15 — баллон-компенсатор; 16 — манометр; 17 — указатель уровня жидкости; 18 — трёхходовой вентиль; 19 — предохранительная мембрана сосуда; 20 — штуцер газосброса; 21 — предохранительная мембрана шланга



**Таблица 3. Информация о комплектации модернизированного криогенного газификатора**

Позиция на схеме (рис. 6)	Наименование	Изделие	Изготовитель	Примечание
В1, В2	криогенные клапаны	01322.3238.0011	«Herose» (Германия)	Ду 32
В3				Ду 10
В4		01321.3238.0011		Ду 6, $P_{cp} = 28$ бар*
ПК1		предохранительный клапан		06474.0600.0000
К1	переключающий кран	06510.3214.0000		Ду 23, $P_{cp} = 18$ бар*
ПК2, ПК3	предохранительные клапаны	06418.2314.0000		Ду 32
ОК1	обратный клапан	05416.3238.0001	«MS Engineering» (Южная Корея)	—
РД1	регулятор давления	WCRG-1000	—	—
РД2	экономайзер	WCEG-1000	—	—
ДМ1	щитовой манометр	—	—	Ø100 мм, 0...25 бар*
Б1	арматурный блок с вентилями В5, В6, В7	07004.4048.7027	«Herose» (Германия)	—
ПК4	предохранительный клапан	06474.0600.0000	—	$P_{cp} = 36$ бар
Б2	арматурный блок с вентилями В8, В9, В10	8211 G4Y	«Ноке», США	—
И1	испаритель наддува	—	ООО «НПО Мониторинг»	—

**Примечание:** \* $P_{cp}$  — давление срабатывания предохранительного клапана.

На рис. 6 изображена схема модернизированного криогенного газификатора типа ГХК. В табл. 3 приводятся данные об использованных в проекте модернизации комплектующих элементах.

Основными отличиями технологической схемы, показанной на рис. 6, от существующей являются: установка двух предохранительных клапанов защиты внутреннего сосуда через переключающий клапан; размещение обратного клапана на линии от экономайзера к линии выдачи жидкости в производственный испаритель.

Монтаж арматуры на газификаторе, как видно из рис. 7, может быть осуществлён без использования навесного шкафа, т.е. непосредственно на стенке и трубопроводах газификатора. При этом испаритель наддува может быть размещён в нижней части газификатора под днищем. Данная конструкция значительно уменьшает массу и стоимость изделия в целом.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные нами совместно проекты модернизации существующего криогенного оборудования позволят повысить его надёжность, снизить общую массу, сделать более удобным и безопасным во время эксплуатации.

В настоящее время ООО «НТК «Криогенная техника» рассматривает предлагаемые ООО «НПО Мониторинг» проекты модернизации ЦТК, ТРЖК, ГХК для использования их также в серийно выпускаемых изделиях. Это даст возможность повысить их эффективность, существенно улучшить технические характеристики.

### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 19334-73. Детали для соединения трубопроводов и металлоуказов.
- Влчек В., Эмке И. Предохранительные клапаны для основного и вспомогательного оборудования// Технические газы. — 2005. — № 6. — С. 63-66.
- Влчек В., Эмке И. Арматура для производства продуктов разделения воздуха// Технические газы. — 2006. — № 6. — С. 67-70.
- Влчек В., Эмке И. Совершенствование технологий производства арматуры для технических газов// Технические газы. — 2007. — № 3. — С. 69-72.
- Файнштейн В.И., Домашенко А.М., Беляев Ю.И. Загрязнение жидких криогенных продуктов при технологических операциях хранения и транспортирования// Технические газы. — 2007. — № 5. — С. 65-68.