

В.Н. Удуд

ОАО «НПО «Гелиймаш», ул. Автозаводская, 25, г. Москва, РФ, 115280

e-mail: market@geliymash.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ В СОЗДАНИИ КРУПНОТОННАЖНОЙ КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЖИДКОГО ГЕЛИЯ

Предприятие НПО «Гелиймаш» — лидер отрасли криогенного машиностроения России. По заказу компаний «Газпром» и «Газпром добыча Оренбург» оно разработало и изготовило первую отечественную криогенную транспортную гелиевую цистерну ЦТГ-40/0,45 объёмом 40 м³. Эта цистерна станет ключевым элементом логистической системы поставок жидкого гелия внутри России и в зарубежные страны. На гелиевом заводе в Оренбурге проведены успешные испытания цистерны ЦТГ-40/0,45 с заливкой жидким гелием на базе предприятия «Криор», ожижительные гелиевые установки которого также были изготовлены НПО «Гелиймаш». Предварительно цистерна в полном объёме прошла испытания в соответствии с правилами Российского морского регистра судоходства, что обеспечивает возможность её транспортирования по всему миру, наравне с гелиевыми цистернами зарубежных производителей. С появлением отечественной гелиевой цистерны газоперерабатывающий комплекс России может создавать инфраструктуру производства и поставок жидкого гелия на собственной элементной базе, что должно сказаться на общем уровне затрат и стоимости продукта.

Ключевые слова: Криогенная техника. Криогенное ёмкостное оборудование. Криогенная контейнер-цистерна. Жидкий гелий. Жидкий азот. Мультимодальные перевозки жидкого гелия.

V.N. Udu

TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH IN THE CREATION OF LARGE-TONNAGE CONTAINER-TANK FOR LIQUID HELIUM MULTIMODAL TRANSPORTATION

The company NPO «Geliymash» is the industry leader in cryogenic engineering in Russia. At the request of «Gazprom» and «Gazprom mining Orenburg», it has developed and produced the first domestic the cryogenic transportation helium tanker, TTG-40/0,45 volume 40 m³. This tanker will become a key element of the logistics supply system of liquid helium inside of Russia and in the foreign countries. On the helium plant in Orenburg successfully tested the tank TTG-40/0,45 with a fill by liquid helium on the basis of enterprise «Krior» of which liquefaction helium installations has also been made by NPO «Geliymash». Preliminary the tank in full screen was tested in accordance with the rules of Russian Maritime Register of Shipping that provides the possibility of its transportation around the world on a par with helium tankers foreign manufacturers. With the emergence of the domestic helium tank the gas processing complex in Russia may create infrastructure of production and delivery of liquid helium in its own element base that should impact on the general level of expenses and cost of the product.

Keywords: Cryogenic engineering. Cryogenic tank equipment. Cryogenic tank-container. Liquid helium. Liquid nitrogen. Multimodal transportations of liquid helium.

1. ВВЕДЕНИЕ

ОАО «НПО «Гелиймаш» — лидер отечественной криогеники. Со времени создания Московского завода гелиевого машиностроения прошло 80 лет. На примере НПО наглядно прослеживается история

формирования и развития отрасли криогенного машиностроения от небольших воздуходелительных установок до промышленных гелиевых ожижителей.

Гелий является стратегически важным газом, используемым в высокотехнологичных производствах, оборонной отрасли, энергетике, научной и исследова-

тельской работе по изучению фундаментальных свойств материи. Значимость гелия обусловлена его уникальными физическими свойствами. Температура его нормального кипения всего на 4,224 К отстоит от абсолютного нуля.

Сегодняшняя довольно широкая номенклатура продукции НПО «Гелиймаш» включает, в первую очередь, оборудование для производства различных технических газов, в том числе и гелия. Гелиевая тематика — наше традиционно базовое направление.

Подавляющее большинство криогенных гелиевых установок для научных и промышленных центров страны выпущены НПО. Назовём для примера Институт ядерных исследований (Дубна), Институт физики высоких энергий (Протвино), Институт физических проблем им. П.Л. Капицы, Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера (Новосибирск), Институт высоких температур, ПИЯФ (Гатчина), Корпорацию «Энергия» (Королёв), ФИАН (Троицк), Корпорацию «ТВЭЛ» (Глазов). Этот далеко неполный перечень организаций показывает, как широко используется криогенное оборудование производства НПО.

Накопленный НПО опыт позволил ему заняться не только производством криогенного гелиевого оборудования, но также принять участие в добыче гелия, его очистке, ожижении и транспортировании.

В 1980 — 1995 гг. ОАО «Газпром» и ОАО «НПО «Гелиймаш» реализовали крупномасштабные российские технологии по выделению, очистке и ожижению гелия на Оренбургском гелиевом заводе. Сегодня в состав крупнейшего в Европе гелиевого центра входят три ожижителя гелия КГУ-500, изготовленные НПО, с суммарной производительностью в 2000 л/ч. Фактически годовой объём производства достигает почти 10 млн. л жидкого гелия, что покрывает до 30 % потребности европейского рынка гелия.

2. ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕЛИЯ

Масштабные задачи по освоению гелийносных месторождений Якутии и Восточной Сибири требуют создания соответствующего высокопроизводительного оборудования по выделению, очистке, сжижению и транспортированию гелия. На самом деле требуется гораздо большее — формирование национальной гелиевой программы, объединяющей ведущие отечественные машиностроительные предприятия, поскольку предстоит разработать и изготовить:

- крупногабаритные криогенные колонны выделения этана и технологического ожижения метана с производительностью по сырью 3 млрд. $\text{м}^3/\text{год}$ и (или) 5 млрд. $\text{м}^3/\text{год}$;
- крупногабаритные криогенные спиральные витые теплообменники с массой намотки от 40 до 100 т;
- установки тонкой очистки гелиевого концентрата и получения товарного газообразного гелия с единичной производительностью 750-850 $\text{м}^3/\text{ч}$;
- крупные ожижители гелия с единичной произво-

дительностью 1000-1200 л/ч;

- крупные стационарные криогенные хранилища жидкого гелия с единичной ёмкостью 120 м^3 ;
- контейнер-цистерны с ёмкостью 40 м^3 для транспортирования жидкого гелия автомобильным и морским транспортом, которая является ключевым элементом логистической системы поставок жидкого гелия во всем мире. Подобные цистерны особенно актуальны для России с её высоким потенциалом гелийносных месторождений и значительным удалением центров переработки природного газа и получения жидкого гелия от объектов его потребления. Ориентировочно для экспорта только 1 млн. $\text{м}^3/\text{год}$ гелия потребуется до 6-ти таких контейнеро-цистерн.

3. СОЗДАНИЕ КРУПНОТОННАЖНОЙ КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ЖИДКОГО ГЕЛИЯ

ОАО «Газпром» и ООО «Газпром добыча Оренбург» поручили ОАО «НПО «Гелиймаш» — ведущему предприятию отрасли криогенного машиностроения создание современной отечественной криогенной транспортной гелиевой цистерны ЦТГ-40/0,45.

Для этого НПО нужно было решить очень сложные и взаимосвязанные многофакторные задачи:

- *конструктивные*, предусматривающие выполнения большого объёма прочностных и тепловых расчётов;
- *технологические*, требующие разработки и изготовления уникальных технологических приспособлений и стенов; приобретения и освоения передового оборудования; отработки режимов сварки, монтажа азотного экрана, изоляции, элементов подвеса, окончательной сборки цистерны;
- *производственные*, обусловленные изготовлением крупногабаритных обечаек с минимальными отклонениями по цилиндричности и соосности их элементов, высоконагруженных композитных узлов подвеса.

Помимо прочего, работы осложнялись особенностями крупногабаритной конструкции изделия. Так, длина ёмкости составляла 12 м при диаметре 2,4 м. При ориентировании внутреннихборок на такой большой длине с высокими требованиями к минимальным зазорам между составными частями ёмкости и малой жёсткости элементов необходимо было обеспечить зазор между кожухом и изоляцией всего в 7 мм.

Особая гордость разработчиков — стеклопластиковые опоры и подвесы серьевого типа, выдерживающие единичную нагрузку до 40 т.

Очень многое пришлось делать впервые конструкторам, технологам, производственникам. Много напряженной работы досталось и основным, и вспомогательным подразделениям НПО. На фото 1 и 2 показана цистерна в процессе изготовления и после его завершения.

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕЛИЕВОЙ КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНЫ

Слаженная работа коллектива, накопленный десятилетиями опыт, высочайший профессионализм,

использование передовых материалов и технологий предопределили закономерный результат — первая отечественная гелиевая цистерна была создана в соответствии с мировыми стандартами качества.



Фото. 1. Цистерна в стадии её изготовления



Фото. 2. Внешний вид контейнера-цистерны ЦТГ-40/0,45

На гелиевом заводе в Оренбурге проведены успешные испытания контейнер-цистерны ЦТГ-40/0,45 с заливкой её жидким гелием на базе предприятия «Криор», оживительные гелиевые установки которого также изготовлены ОАО «НПО «Гелиймаш».

Предварительно цистерна в полном объёме выдержала испытание в соответствии с правилами Российского морского регистра судоходства, что обеспечивает возможность её транспортирования по всему миру, наравне с гелиевыми цистернами зарубежных производителей. Характеристики контейнера-цистерны указаны в таблице.

Характеристики контейнер-цистерны модели ЦТГ-40/0,45

Наименование показателей	Значение
Объём гелиевого сосуда, м ³	40,0
Масса заливаемого гелия, кг	4500
Испарение жидкого гелия, кг/ч (% сут.), не более	1,13(0,54)
Бездренажное время удержания гелия, сутки, не менее	30
Вместимость азотного сосуда, м ³	1,5
Масса заливаемого азота, кг	1200
Испарение жидкого азота, кг/ч, не более	1,5
Время испарения всего азота, сутки, не менее	33
Габаритные размеры, мм:	
длина	12192
ширина	2438
высота	2591
Масса, кг:	
порожней цистерны	18500
заправленной цистерны	24200

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С появлением отечественной гелиевой цистерны газоперерабатывающий комплекс России может выстраивать инфраструктуру производства и поставок жидкого гелия на собственной элементной базе, что должно сказаться на общем уровне затрат и стоимости продукта — жидкого гелия.

Созданная нами контейнер-цистерна ЦТГ-40/0,45 является ключевым элементом логистической системы поставок жидкого гелия в пределах России и в зарубежные страны.

Кроме прочего, машиностроительная криогенная отрасль получает дополнительный импульс развития высокотехнологичного производства, освоения новых передовых технологий и материалов. Задействуются новые производственные мощности, появляются рабочие места, решаются проблемы занятости, подготовки высококвалифицированных кадров, социальных гарантий, повышается престиж отечественного машиностроительного комплекса на международном рынке, что особенно важно в условиях вступления России в ВТО.

ВТОРОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ — ЗА 2 ГОДА!

- необходимо наличие законченного высшего инженерно-технического образования;
- обучение в Одесской государственной академии холода по направлению Украинской ассоциации производителей технических газов "УА-СИГМА";
- специальность 7.05060404 "Криогенная техника и технология";
- форма обучения — заочная контрактная;
- завершение учёбы — сдачей государственного экзамена;
- диплом Министерства образования и науки, молодёжи и спорта Украины признаётся в странах СНГ.

Условия приёма по контактному тел./факсу: +38 (048) 777-00-87