



КМ КРИОГЕНМАШ

**КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ
ПОДТВЕРЖДЕННАЯ НАДЕЖНОСТЬ
РЕАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**



| | |
|---|----|
| О компании | 4 |
| Поставки оборудования..... | 6 |
| Комплексная система качества..... | 8 |
| Основные направления деятельности | 12 |
| Производственные мощности | 16 |
| Инновации | 22 |
| Каталог продукции | 26 |

О КОМПАНИИ

единственный в России

и один из **7** крупнейших мировых производителей крупнотоннажного криогенного оборудования собственной разработки

системы заправки и термостатирования для

1/3 всех космодромов мира

около

10% мини-заводов СПГ в Китае работает на технологии Криогенмаш

Криогенмаш является крупнейшей компанией в России по производству технологий и оборудования для разделения воздуха, по снабжению техническими газами и разработке комплексных решений в области СПГ. На оборудовании, изготовленном Криогенмашем, выпускается около 70% годового объема производства технических газов в России.

Криогенмаш – современное, динамично развивающееся предприятие. Выпускаемая продукция конкурентоспособна на международном рынке, поэтому около 20% продукции поставляется на экспорт. Штаб-квартира

компании, где трудится около 1200 человек, расположена в г. Балашиха, Московской области. Компания объединяет институт и машиностроительный завод АО «Криогенмаш». Действует представительство в Китае.

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КАЧЕСТВА



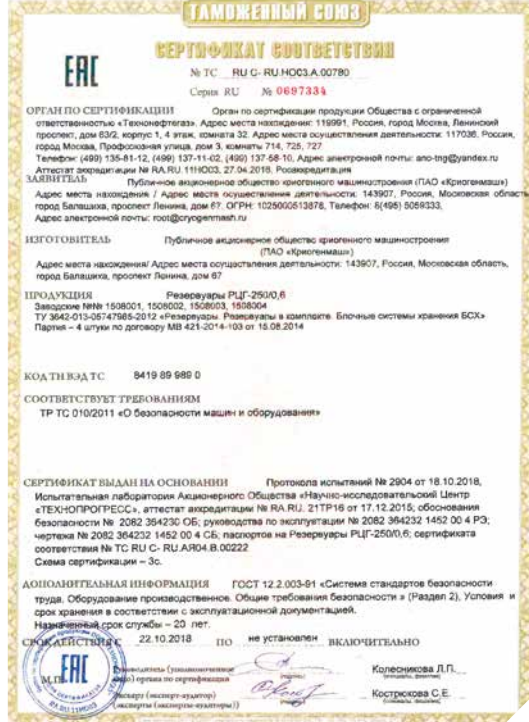
СЕРТИФИКАТЫ



В 2001 году Криогенмаш одним из первых получил сертификат соответствия международному стандарту качества ISO 9001:2000 и российскому стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2001. У Криогенмаша есть необходимые лицензии в России (Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Федеральная служба по оборонному заказу, Российское авиационно-космическое агентство и др.), сертификаты MC ISO 9001-2015.



СЕРТИФИКАТЫ



СЕРТИФИКАТЫ



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



ОБОРУДОВАНИЕ



поставки оборудования в

35 СТРАН МИРА

Вся 75-летняя история Криогенмаша связана с участием в программах и проектах государственного масштаба. Внедрение кислородно-конвертерного способа выплавки стали и развитие большой химии, создание крупных систем заправки ракет жидкими криопродуктами на космодромах страны и за рубежом, освоение сверхпроводимости – во всех этих проектах принимал активное участие Криогенмаш.

На современном этапе предприятие выпускает следующие виды оборудования для производства, переработки, транспортирования и хранения технических газов:

- › Воздухоразделительные установки
- › Оборудование для разделения, очистки и ожижения природного газа
- › Водородные и гелиевые системы
- › Криогенные резервуары, системы хранения и газификации
- › Транспортные цистерны
- › Криогенные трубопроводы
- › Турбодетандеры
- › Оборудование по получению редких газов
- › Оборудование для стартовых ракетно-космических комплексов

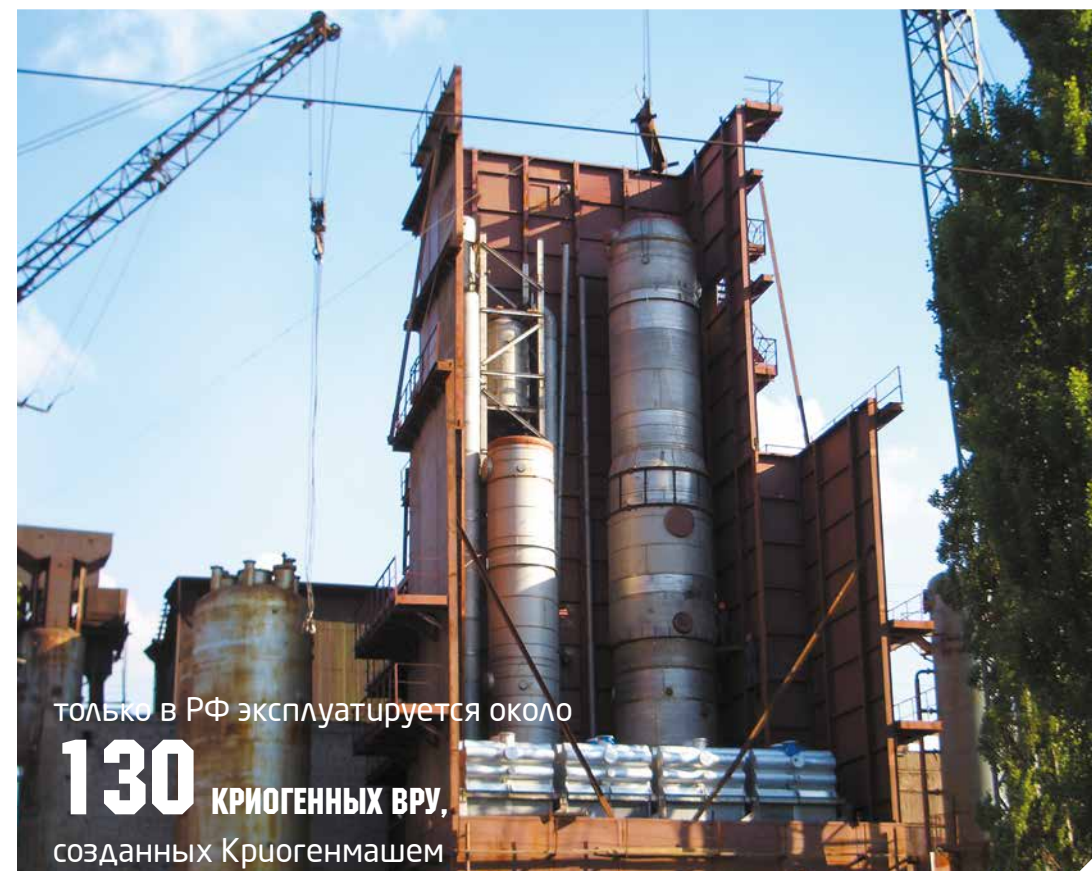
ПРОДАЖА ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ



Важное направление развития Криогенмаша – поставки технических газов. Опираясь на многолетний опыт, Криогенмаш предложил заказчикам новую форму сотрудничества – поставки газов on-site. При заключении долгосрочного договора на поставку технических газов

Криогенмаш самостоятельно строит и эксплуатирует на площадке заказчика воздухоразделительное производство, способное обеспечить техническими газами основное производство.

УСЛУГИ



только в РФ эксплуатируется около
130 КРИОГЕННЫХ ВРУ,
созданных Криогенмашем

К услугам в области воздухоразделительных производств традиционно относят выполнение проектов «под ключ», разработку технико-экономического обоснования, разработку конструкторской и проектной документации, монтаж, строительные работы, шеф-монтаж, авторский надзор, пуско-наладочные работы, обучение персонала, сервисное обслуживание и модернизацию.

На сегодняшний день Криогенмаш, являясь лидером российского рынка оборудования для производства технических газов, выполняет все эти виды работ и услуг.

Установки Криогенмаша по производству кислорода, азота и других технических газов трудятся практически на всех предприятиях российской металлургии и нефтехимии.

Развивая сервисное направление, Криогенмаш создал учебный центр подготовки специалистов в области воздухоразделения, сформировал коллектив уникальных специалистов – инженеров, монтажников, строителей, руководителей проектов.

Партнерские организации в области проектирования, строительства и монтажа позволяют реализовывать проекты «под ключ» с высоким качеством и в конкурентные сроки.

▶ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ

ШИРОКИЙ СПЕКТР ВОЗМОЖНОСТЕЙ



Производственные мощности АО «Криогенмаш» позволяют обеспечить выпуск продукции криогенного, химического и нефтехимического назначения следующих максимальных габаритов изделий: для оборудования блочно-модульного исполнения – ДхШхВ 45000х5500х5500 мм, массой до 80 тонн, для сосудов и аппаратов – диаметр до 4500 мм, длина до 35000 мм, масса до 100 тонн.

ст.3), углеродистых низколегированных сталей (типа 09Г2С), коррозионноустойчивых сталей (типа 12Х18Н10Т), алюминиевых сплавов (типа АМг, АМц) и их зарубежных аналогов.

На производстве обеспечен полный цикл изготовления, начиная с заготовительных операций, заканчивая испытанием, покраской, упаковкой и отправкой продукции Заказчику.

Технологии производства сертифицированы и аттестованы, позволяют выполнять обработку материалов из углеродистых сталей (типа сталь 20

СВАРКА



Сборочно-сварочное производство обладает компетенциями в обработке листового проката толщиной от 1,0 до 40 мм. В производстве применяются уникальные технологии роботизированного плазменного раскроя сложных геометрических профилей, роботизированной сварки ответственных соединений из сталей и алюминиевых сплавов толщиной от 4 до 40 мм.

Эффективно применяются технологии подготовки поверхности под сварку на основе уникальных биоразлагаемых низкокислотных очистительных растворов.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА



Механическое производство – в основном обрабатывающие центры с числовым программным управлением, обеспечивающие механическую обработку прецизионной точности (порядка 2 мкм), максимальными габаритами до 5000 мм, максимальной массой заготовки до 12 тонн. Применяется оборудование от мировых лидеров европейского и азиатского станкостроения, таких как HERMLE, BIGLIA, WELLE.

Механообрабатывающее производство АО «Криогенмаш» обеспечивает все потребности предприятия и обеспечивает прецизионную точность.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА



Для контроля качества продукции АО «Криогенмаш» применяется современное оборудование для ультразвукового контроля методом фазированных решеток, рентгеновские комплексы для контроля качества сварных соединений, проводятся испытания на прочность и герметичность, включая испытания методом вакуумной камеры.

В состав центральной заводской лаборатории входят: лаборатория метрологии и измерительной техники, испытательно-аналитическая лаборатория и производственная лаборатория рентгеновской и ультразвуковой дефектоскопии.

Лаборатория метрологии и измерительной техники аккредитована на право проведения метрологической экспертизы документов и на право проведения калибровочных работ, согласно области аккредитации.

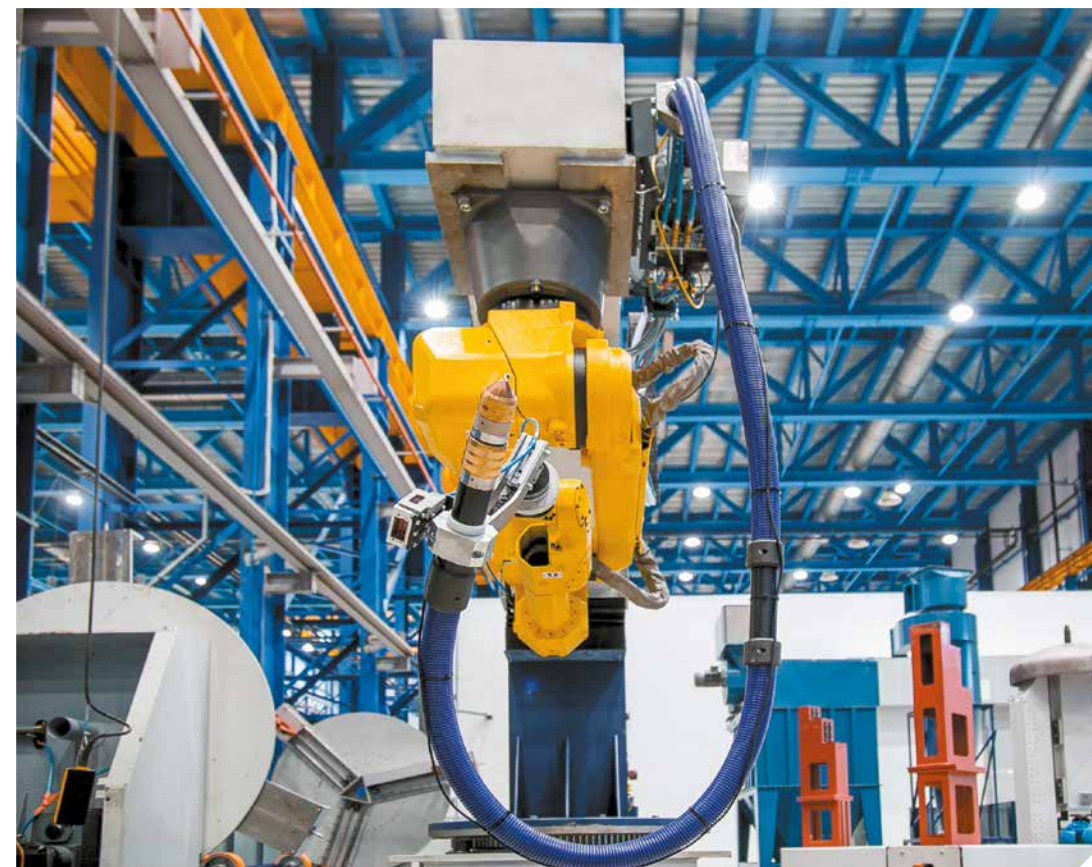
Испытательно-аналитическая лаборатория аккредитована в соответствии с требованиями ГОСТ

ИСО 17025, область аккредитации распространяется на проведение механических испытаний, металлографических исследований, химического и спектрального анализов, стилоскопирования металлов и сварных соединений; физико-химических анализов и испытаний неметаллических материалов; санитарно-промышленных исследований.

Производственная лаборатория рентгеновской и ультразвуковой дефектоскопии аттестована в соответствии с требованиями неразрушающего контроля. Область аттестации распространяется на следующие виды (методы) неразрушающего контроля и диагностики:

- › рентгенографический (рентгенографический и радиоскопический);
- › ультразвуковой (дефектоскопия и толщинометрия);
- › акустико-эмиссионный;
- › проникающими веществами (капиллярный).

РОБОТО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ



На АО «Криогенмаш» впервые в России используется робототехника для сварки ответственных сварных соединений в химической и нефтехимической промышленности. Робото-технические комплексы (РТК) применяются для плазменной резки и зачистки изделий из сталей и алюминиевых сплавов, а также для сварки в среде защитных газов изделий из сталей и алюминиевых сплавов.

Автоматизированная складская система высотой 24,5 м оборудована системой измерения габаритов груза с определением его оптимального месторасположения и обеспечивает сообщение между первым и вторым этажом производственного комплекса.

Комплекс подготовки деталей под сварку оснащен роботизированными автооператорами, что исключает участие человека в процессе обработки деталей, используется новая технология обезжиривания с применением экологически чистых биоразлагаемых очистительных растворов, что снижает вредность процесса.

ИННОВАЦИИ



Современный научно-исследовательский и конструкторский институт криогенного машиностроения (НИИКИ КМ), являющийся крупным структурным подразделением АО «Криогенмаш», наследует научные традиции криогенных исследований, заложенные П.Л. Капицей. Специалисты института являются экспертами всероссийского масштаба, профессиональный уровень которых подтверждается многолетней успешной научно-производственной деятельностью в АО «Криогенмаш».

Все сложное наукоемкое криогенное оборудование, производимое на предприятии сейчас, не только не уступающее, но, зачастую, и превосходящее по своим характеристикам продукцию иностранных конкурентов, во многом строится на результатах исследований и разработок сотрудников института.

Молодые специалисты, работающие сегодня в институте, проводят самостоятельные исследования и получают новые знания в области создания криогенных технологий и их практической реализации. Постоянно идет работа по подготовке новых дипломированных ученых – в настоящее время в АО «Криогенмаш» работают более 20 докторов и кандидатов технических наук.

В последние годы предприятие активно инвестирует в создание современной лабораторно-стендовой базы и разработку новых методов исследований. В настоящее время НИ-

ИКИ КМ обладает уникальными возможностями по проведению криогенных материаловедческих исследований, включая определение химического состава и механических свойств материалов как стандартными методами, так и методами собственной разработки. Проведение таких исследований обеспечивается наличием штата высококвалифицированных специалистов и современным исследовательским оборудованием сертифицированной лаборатории, оснащенной такой высокопрофессиональной исследовательской аппаратурой, как электронный растровый микроскоп Zeiss EVO 18, позволяющий проводить исследование поверхностей твердых материалов в режимах топографического и композиционного контраста, различные световые микроскопы производства Zeiss, универсальная испытательная машина Instron 3382 с максимальной нагрузкой 100 кН и экстензометрами на 10, 25 мм с погрешностью измерения деформации не более 5 мкм, другим исследовательским оборудованием.

Примером современного экспериментального стенда является многофункциональный вакуумный стенд, позволяющий вести исследования по подбору материалов для теплоизоляции вакуумного типа, проводить испытания опытных конструкций изоляции и средств поддержания вакуума с определением основных тепловых параметров, включая состав продуктов газоделиения.

Результаты испытаний на стенде исследования адсорбционных процессов позволили создать передовые технологии очистки воздуха и природного газа. Разработанная адсорбционная технология ведения процесса при низких температурах обеспечивает извлечение криптона и ксенона, а также очистку от радиоактивного радона.

ИННОВАЦИИ



Уникальное прикладное значение имеют различные наработки института как в области конструирования, обслуживания и безопасного применения криогенного оборудования, так и результаты научных исследований по обеспечению вакуумной и невакуумной термоизоляции, газовой и жидкостной адсорбции, ожижению водорода и природного газа, разработке специализированных методик прочностных и тепломассообменных расчетов.

Непосредственно участвуя в реализации всех проектов АО «Криогенмаш», сотрудники НИиКИ КМ также регулярно консультируют специалистов различных государственных и коммерческих организаций по особенностям применения криогенных технологий, предоставляют услуги по проведению углубленных исследований (НИР) и специализированных тестов оборудования и материалов, а также экспертизе и подготовке конструкторской документации, нормативных и сертификационных документов.

ПРОИЗВОДСТВО 4.0



Тренд современного промышленного производства – уход от массового и крупносерийного производства к производству наукоемкой продукции под заказ. Новый научно-производственный комплекс АО «Криогенмаш» – яркий пример многономенклатурного единичного производства крупногабаритных изделий.

На предприятии реализуется цифровое производство криогенных аппаратов с элементами «Производства 4.0»:

- › разработка 3D конструкции с моделированием референтных точек и траекторий проекций;
- › автоматизированное технологическое проектирование сварочно-сборочных процессов;

- › разработка 3D интерактивных технологических карт;
- › установка на рабочих сварочно-сборочных местах навигаторов производственных процессов с 3D-визуализацией сборочных переходов;
- › выполнение раскройных, сварочных и зачистных работ при помощи позиционеров, управляемых ЧПУ и РТК;
- › внедрение лазерных проекторов и трекеров для сборки крупногабаритных блоков, лазерной разметки мест раскроя и прихватки, контроля геометрии после сварки;
- › внедрение цифрового производства и измерения трубопроводов.

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ



ОБОРУДОВАНИЕ



Содержание

| | |
|---|----|
| Криогенные воздухоразделительные установки | 28 |
| Оборудование для сжиженного природного газа | 36 |
| Системы хранения и газификации | 46 |
| Инжиниринговые резервуары | 50 |
| Водородное оборудование | 52 |
| Гелиевое оборудование | 54 |
| Спецсистемы. Криотермовакuumные комплексы | 56 |
| Турбодетандеры | 58 |
| Криогенные трубопроводы | 60 |

КРИОГЕННЫЕ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ (ВРУ)



Предназначены для получения кислорода, азота, аргона и смесей редких газов из окружающего воздуха путем низкотемпературной ректификации. За свою историю мы изготовили и поставили более 600 установок различной производительности в 25 стран мира.

В целях максимального удовлетворения требований Заказчика предприятие изготавливает ВРУ по индивидуальным проектам с учетом особенностей его производства и имеющейся инфраструктуры. Установки базируются на самых современных схемных и конструкторских решениях, комплектуются узлами и агрегатами от ведущих отечественных и зарубежных производителей и характеризуются высоким уровнем автоматизации, надежностью и низким удельным энергопотреблением.

Предприятие выпускает ВРУ как с комплексным извлечением продуктов в газообразном и жидком виде, так и для получения отдельных газов (кислорода и азота) с выда-

чей продуктов разделения под обычным и/или высоким давлением и с регулируемой производительностью. Установки малой и средней производительности выпускаются в блочно-модульном исполнении с максимальной заводской готовностью. Криогенмаш осуществляет гарантийное и послепродажное обслуживание поставленных ВРУ, а также обеспечивает их запасными частями в течение всего срока эксплуатации.

Подробнее на нашем сайте:



<http://www.cryogenmash.ru>

Воздухоразделительные установки технологического кислорода под давлением типа КтД



| Перерабатываемый воздух, м³/ч (0,5 МПа) | | 30 000 | 50 000 | 80 000 | 120 000 | 175 000 |
|---|--|--------|--------|--------|---------|---------|
| Продукты, м³/ч (кг/ч) | Кислород газообразный технологический (0,35 МПа) | 5 950 | 9 900 | 16 000 | 24 000 | 35 500 |
| | Азот газообразный | 1 500 | 3 000 | 5 000 | 8 000 | 12 000 |
| | Жидкие кислород и азот (в сумме) | 50 | 150 | 250 | 500 | 750 |
| Удельный расход энергии на кислород, кВт ч/м³ | | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 |

Предназначены для получения и выдачи непосредственно из блока разделения газообразного технологического кислорода под давлением до 0,35 МПа, а также небольших количеств жидкого кислорода, газообразного и жидкого азота. Возможны модификации с выдачей технологического кислорода до 0,6 МПа.

Чистота продуктов:

- кислород технологический – 96 % и ниже;
- кислород жидкий – 99,5 % и выше;
- азот газообразный и жидкий – примесь кислорода 5 ppm и менее.

Воздухоразделительные установки с комплексным извлечением и внутренним сжатием продуктов типа КдАдАр



| Перерабатываемый воздух, м³/ч (0,5 МПа) | | 30 000 | 50 000 | 80 000 | 120 000 | 175 000 | 300 000 | 500 000 | 625 000 |
|---|-----------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Продукты, м³/ч (кг/ч) | Кислород газообразный (3,0 МПа) | 5 700 | 9 600 | 15 500 | 23 600 | 34 500 | 59 000 | 100 000 | 120 000 |
| | Азот газообразный | 5 000 | 10 000 | 15 000 | 24 000 | 35 000 | 60 000 | 100 000 | 42 000 |
| | Аргон жидкий | 180 | 30 | 500 | 800 | 1 200 | 2 100 | 3 500 | - |
| | Кислород жидкий и/или азот жидкий | 150 | 250 | 450 | 600 | 1 000 | 2 200 | 3 700 | 7 500 |
| Удельный расход энергии на кислород, кВт ч/м³ | | 0,56 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,50 |

Предназначены для получения и выдачи непосредственно из блока разделения газообразного технического кислорода, а при необходимости азота и аргона под давлением, требуемым потребителем, а также части этих продуктов в жидком виде. На крупных ВРУ возможно получение криптоно-ксенонового концентрата и неона-гелиевой смеси. Возможны модификации без получения азота и аргона.

Чистота продуктов:

- кислород – 99,5 % и выше;
- азот – примесь кислорода 5 ppm и менее;
- аргон – примесь кислорода 5 ppm и менее, примесь азота 5 ppm и менее.

Давление продуктов: до 7 МПа и выше.

Жидкостные воздухоразделительные установки типа КжАжАрж



| | | | | | | |
|--|-----------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Перерабатываемый воздух, м³/ч (0,5 МПа) | 2 500 | 5 000 | 10 000 | 15 000 | 20 000 | |
| Воздух циркуляционного контура, м³/ч (3,5 МПа) | 6 800 | 12 500 | 24 500 | 35 000 | 46 000 | |
| Продукты, кг/ч | Кислород жидкий | 660 | 1 330 | 2 670 | 4 050 | 5 400 |
| | Азот жидкий | 3 650 | 720 | 1 450 | 2 180 | 2 900 |
| | Аргон жидкий | 30 | 65 | 140 | 210 | 280 |
| Удельный расход энергии на кислород, кВт ч/кг | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,65 | |

Предназначены для получения жидких кислорода, азота, аргона в различных соотношениях. Возможны модификации кислородных ВРУ без получения азота и аргона (или одного из этих продуктов), а также чисто азотные жидкостные ВРУ.

Чистота продуктов:

- › кислород – 99,5 % и выше;
- › азот – примесь кислорода 5 ppm и менее;
- › аргон – примесь кислорода 5 ppm и менее, примесь азота 5 ppm и менее.

Воздухоразделительные установки низкого давления с комплексным извлечением продуктов типа КААР



| | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Перерабатываемый воздух, м³/ч (0,5 МПа) | 30 000 | 50 000 | 80 000 | 120 000 | 175 000 | 300 000 | 500 000 | |
| Продукты, м³/ч (кг/ч) | Кислород газообразный (3,0 МПа) | 5 700 | 9 600 | 15 500 | 23 600 | 34 500 | 59 000 | 100 000 |
| | Азот газообразный | 5 000 | 10 000 | 15 000 | 24 000 | 35 000 | 60 000 | 100 000 |
| | Аргон жидкий | 180 | 30 | 500 | 800 | 1 200 | 2 100 | 3 500 |
| | Кислород жидкий и/или азот жидкий | 150 | 250 | 450 | 600 | 1 000 | 2 200 | 3 700 |
| Удельный расход энергии на кислород, кВт ч/м³ | 0,56 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | |

Предназначены для получения газообразных технического кислорода и чистого азота при небольшом избыточном давлении, а также части этих продуктов в жидком виде. На крупных ВРУ возможно также получение криптоно-ксенонового концентрата и неона-гелиевой смеси. Возможны модификации без получения азота и аргона.

Чистота продуктов:

- › кислород – 99,5 % и выше;
- › азот – примесь кислорода 5 ppm и менее;
- › аргон – примесь кислорода 5 ppm и менее, примесь азота 5 ppm и менее;
- › криптоно-ксеноновый концентрат (Kr + Xe) - 0,5 %;
- › неона-гелиевая смесь (Ne + He) - 40 %.

Воздухоразделительные установки технологического кислорода низкого давления типа КТА



| Перерабатываемый воздух, м³/ч (0,5 МПа) | | 50 000 | 80 000 | 120 000 | 175 000 |
|---|---------------------------------------|--------|--------|---------|---------|
| Продукты, м³/ч (кг/ч) | Кислород газообразный технологический | 10 500 | 16 800 | 25 300 | 36 500 |
| | Азот газообразный | 10 000 | 16 000 | 25 000 | 35 000 |
| | Кислород жидкий | 300 | 500 | 800 | 1 500 |
| | Азот жидкий | 200 | 300 | 400 | 500 |
| Удельный расход энергии на кислород, кВт ч/м³ | | 0,34 | 0,32 | 0,31 | 0,30 |

Предназначены для получения газообразных технологического кислорода и чистого азота при небольшом избыточном давлении, а также части этих продуктов в жидком виде. На крупных ВРУ возможно также получение криптоно-ксенонового концентрата и неона-гелиевой смеси.

Возможны модификации с получением части газообразного технического кислорода, без получения азота.

Чистота продуктов:

- › кислород технологический – 96 % и ниже;
- › кислород технический – 99,5 % и выше;
- › азот – примесь кислорода 5 ppm и менее.

Воздухоразделительные установки чистого газообразного азота под давлением типа Ад



| Параметры | | Стандартные ВРУ | | | | ВРУ с повышенной долей азота | | | |
|---|---|-----------------|-------|-------|--------|------------------------------|--------|--------|--------|
| Продукты | Перерабатываемый воздух, м³/ч (0,5 МПа) | 1 750 | 3 600 | 6 000 | 10 000 | 15 000 | 20 000 | 30 000 | 50 000 |
| | Азот газообразный, м³/ч (0,75 МПа 5 ppm O₂ и менее) | 660 | 1 400 | 2 400 | 4 000 | 8 000 | 10 700 | 16 500 | 28 000 |
| | Азот жидкий, кг/ч | 40 | 80 | 150 | 250 | 150 | 200 | 300 | 500 |
| Удельный расход энергии на азот, кВт ч/м³ | | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 |

Предназначены для получения и выдачи непосредственно из блока разделения чистого газообразного азота под давлением до 0,75 МПа, а также небольшого количества жидкого азота. Установки выпускаются в блочно-модульном исполнении с полной заводской готовностью отдельных блоков-модулей. Для крупных

азотных ВРУ возможны модификации с двухколонным ректификационным аппаратом и повышенной степенью извлечения азота.

КРИОГЕННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ СЖИЖЕННОГО
ПРИРОДНОГО ГАЗА
(СПГ)



Одним из приоритетных направлений развития АО «Криогенмаш» является разработка новых оригинальных криогенных технологий и создание оборудования для сжижения природного газа, его хранения, транспортирования и использования. Создание оборудования для СПГ ведется в АО «Криогенмаш» начиная с 1980-х годов. АО «Криогенмаш», используя свои возможности и опыт, предлагает разработать, изготовить и поставить Заказчику комплекс необходимого криогенного оборудования для внедрения технологий СПГ с выполнением монтажных и пуско-наладочных работ.



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПГ

БЛОКИ ОЖИЖЕНИЯ
от 0,3 до 4 т/ч СПГ

РАДИУС ДОСТАВКИ СПГ
до 1000 км

20+
УСПЕШНЫХ РЕФЕРЕНЦИЙ В КНР

Решения для получения СПГ малой производительности



Технология АО «Криогенмаш»: дроссельно-эжекторный цикл (0,3 – 4 тонны СПГ в час на одной линии) оптимален для создания мини-заводов СПГ как альтернативы прокладке газопроводов для обеспечения природным газом удаленных инфраструктурных объектов и газомоторного автотранспорта в радиусе 150-1000 км:

- установки базируются на достаточно эффективном и простом холодильном цикле высокого давления сжижаемого природного газа;
- для повышения термодинамической эффективности ожижения применяется внешнее фреоновое предварительное охлаждение на температурном уровне минус 40°C;

- для расширения газа высокого давления вместо дросселя применяются эжекторы, полезно использующие энергию давления газа для организации циркуляционного холодильного контура при повышенном давлении в обратном потоке;
- сочетание высокого давления прямого потока с повышенным давлением в обратном потоке снижает потери от необратимости в теплообменнике и удельный расход энергии на ожижение на килограмм СПГ;
- трехступенчатая сепарация двухфазного потока позволяет эффективно отделить и вывести из холодильного контура легкокипящие примеси водорода, гелия, азота без потерь метана.

| Характеристика | Ед. | Значение | | | |
|---|--------|----------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 3,0 |
| Производительность системы сжижения природного газа | т/ч | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 3,0 |
| Технологический цикл | | Дроссельно-эжекторный цикл | | | |
| Расход газа на входе в систему | Нм³/ч | 1 578 | 2 367 | 3 946 | 4 735 |
| Энергопотребление | кВт | 700 | 1 050 | 1 750 | 2 100 |
| Удельное энергопотребление | кВт/кг | 0,7 | | | |
| Диапазон регулирования производительности | % | 70 - 110 | | | |
| Назначенный срок службы | лет | 20 | | | |



➤ **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПГ**

ВЫХОД НА РЕЖИМ
до **30** МИН.

ДОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ
ЛЮБЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА

Преимущества решения для мини-завода СПГ



- модульная конструкция транспортабельных габаритов, как на автотранспорте, так и по железной дороге;
- полная заводская сборка холодного блока с проведением всего комплекса заводских испытаний, включая испытания на прочность, на герметичность, проверку арматуры, датчиков, контроль сварных соединений и т.п. процедур, предусмотренных документацией;
- все аппараты, трубопроводы и элементы схемы смонтированы на силовой раме, теплоизолированы и заключены в алюминиевые кожуха для обеспечения целостности и сохранения внешнего вида при транспортировке, монтаже и эксплуатации;
- модуль снабжен специальной траверсой для погрузочно-разгрузочных операций и монтажных работ;
- полная готовность блока к монтажу, который включает установку блока на фундамент и присоединение коммуникаций;
- простота пуска, как операция подачи подготовленного газа высокого давления в холодный блок;
- быстрый выход на режим выдачи СПГ, паспортный уровень в конечном сепараторе устанавливается в течение 30 минут;
- блок не требует ручного управления или постоянного присутствия оператора;
- блок может устанавливаться на открытой площадке под навесом;
- блок работает в автоматическом режиме, а управление осуществляется дистанционно с центрального пульта УВК ожигательного комплекса;
- автоматическая адаптация к параметрам сжижаемого газа по уровню давления, температуры и состава газа.



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПГ

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛИНИИ
от **5** до **100** т/ч СПГ

УРОВЕНЬ ЛОКАЛИЗАЦИИ
НЕ МЕНЕЕ **70** %

Решения для получения СПГ средней производительности



Технология АО «Криогенмаш» – азотный детандерный цикл – оптимальна при реализации проектов комплексного обеспечения регионов природным газом как альтернатива программам газификации со строительством магистральных и региональных газопроводов, а также для создания экспортных терминалов СПГ:

- установки базируются на азотном холодильном цикле с турбодетандер-компрессорными агрегатами и пластинчато-ребристым теплообменником для охлаждения и ожижения ПГ;
- опыт применения аналогичного холодильного цикла в крупных ВРУ: более 600 реализованных проектов в 25 странах мира;
- возможности повышения эффективности за

счет числа ступеней расширения и изменения схемы их включения;

- преимущества применения компактных и высокоэффективных пластинчато-ребристых теплообменников, вместо витых;
- отсутствие жидкостных и двухфазных потоков и проблем неравномерности;
- возможности адаптации к вариациям параметров ПГ и переохлаждению СПГ;
- полная взрыво- и пожаробезопасность всего холодильного контура;
- стоимость комплекта оборудования значительно ниже стоимости решений на смешанном хладагенте.

| Характеристика | Ед. | Значение | | |
|---|--------------------|----------------------------------|--------|--------|
| | | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| Производительность системы сжижения природного газа | т/ч | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| Технологический цикл | | Внешний азотный детандерный цикл | | |
| Расход газа на входе в систему | Нм ³ /ч | 7 892 | 11 049 | 15 785 |
| Энергопотребление | кВт | 3000 | 4200 | 6000 |
| Удельное энергопотребление | кВт/кг | 0,6 | | |
| Диапазон регулирования производительности | % | 70 - 110 | | |
| Назначенный срок службы | лет | 20 | | |



ТРАНСПОРТНЫЕ ЦИСТЕРНЫ СПГ
ОБЪЕМОМ **50** м³

РЕГАЗИФИКАТОРЫ СПГ НА БАЗЕ РЕЗЕРВУАРОВ
ОБЪЕМОМ ОТ **3** до **250** м³

Транспортировка СПГ



Для транспортировки СПГ от комплекса сжижения природного газа до других объектов инфраструктуры предлагается использовать автоцистерны и ISO контейнеры-цистерны. Дополнительно к решениям по транспортировке предложено решение по мобильным заправочным системам на базе автоцистерн.

Полуприцеп-цистерна состоит из: цистерны, смонтированной на шасси, испарителя наддува и арматурного шкафа, в котором расположены все органы управления и приборы контроля.

Интермодальные контейнеры-цистерны предназначены для перевозки СПГ тремя видами транспорта: морским (речным), железнодорожным и автомобильным. Перевозка в контейнерах-цистернах осуществляется по технологии «от дверей до дверей» без промежуточного перелива продукта при смене вида транспорта, что обеспечивает повышенную безопасность перевозки и сохранность перевозимого груза.

КриоПАГЗ представляет собой цистерну, установленную на шасси, с криогенным насосом и узлом коммерческого учета. Устройство резервуара КриоПАГЗ аналогично резервуару транспортной цистерны. Дополнительно к решению по транспортным цистернам в арматурном шкафу установлен расходомер, который предназначен для прямого измерения массового расхода жидкости, плотности, температуры, вычисления объемного расхода жидкости. КриоПАГЗ также оснащен центробежным электронасосом с электрическим блоком управления, обеспечивающим перекачивание СПГ в баки потребителя, и металлорукавами, при помощи которых осуществляется стыковка с баками потребителя.

КРИОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ
ХРАНЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ

СЕРИЙНЫЕ РЕШЕНИЯ

ОБЪЕМОМ ОТ 3 ДО 1400 м³

ЖИДКИЕ КРИОПРОДУКТЫ:

O₂, N₂, Ar, H₂, He, LNG

Системы хранения и газификации



АО «Криогенмаш» обладает 75-летним опытом производства систем хранения, транспортировки и газификации криогенных продуктов, которые положительно зарекомендовали себя в эксплуатации на многих предприятиях металлургии, машиностроения, химической промышленности, в нефтегазовом комплексе и медицине, как в Российской Федерации, странах СНГ, так и в дальнем зарубежье.

Мы изготавливаем системы хранения жидких криогенных продуктов объемом хранения от 3 до 1400 м³ и рабочим давлением до 1.7 МПа. Системы хранения, транспортировки и газификации криогенных продуктов производства АО «Криогенмаш» выполнены на основе новейших научных разработок с использованием высокотехнологичных материалов, в том числе нержавеющей стали, для производства внутреннего сосуда и регулирующей, запорной и предохранительной арматуры.

Системы предназначены для приема, хранения, транспортировки и газификации жидких криогенных продуктов:

- > азота;
- > кислорода;
- > аргона;
- > водорода;
- > гелия;
- > СПГ.

Для удобства потребителей АО «Криогенмаш» изготавливает стандартные компактные системы хранения в вертикальном и горизонтальном исполнении. Компактные системы хранения поставляются в полной заводской готовности и могут быть введены в эксплуатацию сразу после установки на фундамент.

Для потребителей, нуждающихся в транспортировке жидких криогенных продуктов, Криогенмаш изготавливает транспортные цистерны объемом транспортировки 22, 45 и 50 м³.



▶ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ.
ГАЗИФИКАТОРЫ

ПОЛУПРИЦЕП-ЦИСТЕРНА
22, 45 и 50 м³

ОБЪЕМ ГАЗИФИКАТОРОВ
от 3 до 26 м³



АО «Криогенмаш» выпускает транспортные цистерны, предназначенные для транспортирования, кратковременного хранения и выдачи потребителю жидких криогенных продуктов.

Цистерны представляют собой криогенные резервуары с высокоэффективной экранно-вакуумной изоляцией, оснащены арматурными шкафами с необходимым для выполнения технологических операций оборудованием и приборами. Цистерны класса ППЦ имеют одобрение типа транспортного средства АТ (ППЦ 22/0,35 и ППЦ 22/035М) и FL (ППЦ 45/1,0) по международной классификации ДОПОГ и сертифицированы на соответствие требованиям Правил ЕЭК ООН №105-03, №13-09, №48-02, №73-00, №58-01. В цистернах ППЦ-22/0,35М и ППЦ-45/1,0 использована технология безнасосной выдачи криогенных продуктов.

Одним из направлений деятельности Криогенмаша является создание систем газификации жидких криогенных продуктов (кислород, азот, аргон). Данная продукция разрабатывается под конкретные требования Заказчика с учетом оптимального использования разных моделей газификаторов.

Системы предназначены для приема жидких криогенных продуктов, их длительного хранения с минимальными потерями, газификации и выдачи потребителю газообразного продукта через атмосферные испарители. Изготавливаются газификаторы объемом 3, 5, 10, 25, 26 м³. Газификаторы полностью автономны в работе, не требуют сторонних источников энергии, используют для газификации тепло атмосферного воздуха. Важным преимуществом газификаторов является автоматическое поддержание режима выдачи продукта. В состав газификаторов ГХ, ГХК входят компактные системы хранения и производственные атмосферные испарители.

По техническому заданию Заказчика АО «Криогенмаш» может разработать и изготовить системы хранения, транспортировки и газификации криогенных продуктов с необходимыми параметрами (объем хранения, рабочее давление, расход) с использованием ручной или дистанционно управляемой арматуры.



ИНЖИНИРИНГОВЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

РЕЗЕРВУАРЫ ОБЪЕМОМ

100, 150, 200, 250 и 1400 м³



Криогенмаш обладает значительным успешным опытом изготовления инженеринговых резервуаров большой единичной емкости хранения жидких криогенных продуктов:

- › технических газов (азота, аргона, кислорода);
- › диоксида углерода;
- › сжиженного природного газа;
- › водорода.

Преимущества инженеринговых резервуаров производства АО «Криогенмаш»:

- › резервуары могут быть изготовлены в горизонтальном исполнении, что снижает техногенные риски;
- › резервуары могут транспортироваться с использованием традиционных видов транспорта (автомобильный, железнодорожный, морской);
- › крупнотоннажные резервуары с ёмкостью до 1400 м³ могут быть изготовлены и смонтированы на площадке Заказчика;
- › использование наиболее эффективной экранно-вакуумной изоляции позволяет максимально избежать потерь хранимых криогенных продуктов;
- › изготовление на основании отечественных

требований промышленной безопасности, европейских директив 97/23/CE, в рамках норм AD 2000, а также американских ASME;

- › успешный опыт реализации космических и крупных промышленных программ.

Инженеринговые резервуары производства ПАО «Криогенмаш» могут быть укомплектованы:

- › испарителями наддува (для подъема давления в резервуаре);
- › необходимой запорной, регулирующей и предохранительной арматурой как ручной, так и с использованием дистанционного управления;
- › измерительным оборудованием и приспособлениями для крепления на фундаментах.

Внутренний резервуар изготавливается из высококачественных аустенитных сортов стали, наружный кожух из высококачественной углеродистой стали. Дополнительно по требованию потребителей резервуары могут быть укомплектованы вакуумными трубопроводами, атмосферными и другими видами испарителей, прочим оборудованием, необходимым для решения всего комплекса задач по хранению жидких криогенных продуктов, стоящих перед Заказчиками.



ОЖИЖИТЕЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

от **180** до **700** КГ/Ч

Системы очистки, ожижения, хранения и транспортирования

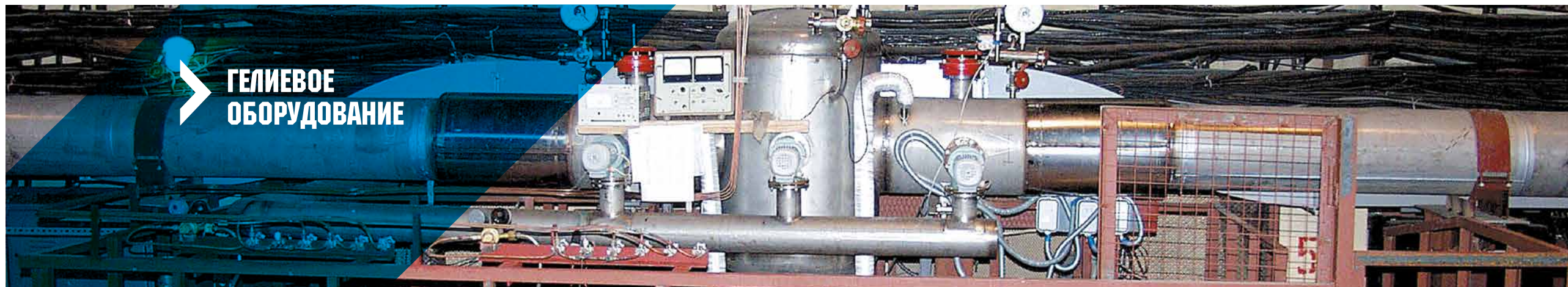


Создание криогенных комплексов для ожижения водорода, его длительного хранения и транспортирования по железным и шоссейным дорогам началось в шестидесятые годы прошлого века, прежде всего в связи с широким использованием жидкого водорода в качестве топлива ракетно-космических систем.

В АО «Криогенмаш» созданы многочисленные криогенные комплексы для наземной отработки двигателей и ступеней ракет, заправки ракет на стартовых позициях, средства транспортировки жидкого водорода на значительные расстояния. Такие комплексы могут составить базу для развития водородной энергетики, основанной на уникальном, экологически чистом энергоносителе – водороде.

Криогенмаш имеет необходимый научно-технический потенциал, производственную базу и богатый опыт для решения задач по комплексной поставке оборудования для сжиженного водорода:

- › крупнотоннажные установки ожижения производительностью от 180 до 700 кг/час водорода;
- › установки ожижения водорода с гелиевым холодильным циклом и турбодетандерами;
- › для малых потребителей жидкого водорода разработаны дроссельные ожижители производительностью 20 л/ч;
- › резервуары хранения жидкого водорода заводского изготовления от 5 до 250 м³;
- › резервуары монтажной сборки вместимостью 1400 м³;
- › системы газификации водорода;
- › автомобильные цистерны для транспортировки водорода объемом 25, 45 м³;
- › железнодорожные цистерны для водорода объемом 100 м³. Цистерны укомплектованы арматурным шкафом и устройствами, обеспечивающими безопасность перевозок;
- › системы криогенных трубопроводов для транспортирования водорода;
- › системы очистки водорода, турбодетандеры, теплообменная аппаратура, арматура и т.п.



ГЕЛИЕВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

БОЛЕЕ **10**
КРУПНОМАСШТАБНЫХ ГЕЛИЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ

ГЕЛИЕВЫЕ ОЖИЖИТЕЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ
ОТ **200** ДО **2400** Л/ЧАС



Развитие передовых научных технологий, исследований в области фундаментальной физики, энергетики, эффекта сверхпроводимости, космонавтики и приборостроении предопределили потребность народного хозяйства в криогенных гелиевых системах. Криогенмаш один из пионеров их практического создания и применения. У нас создана база для разработки новых гелиевых систем произвольной конфигурации на основе собственных научно-технических достижений, опробованных практически.

Сегодня предприятие готово выполнить полный комплекс работ по разработке, изготовлению, вводу в эксплуатацию оборудования гелиевых систем:

- › гелиевых ожижителей производительностью от 200 до 2400 л/час;
- › рефрижераторов холодопроизводительностью от 50 до 3000 Вт при температуре 1,8÷4,5 К°;
- › криостатов вместимостью до 100 м³ и более, в том числе и с токовыми вводами;

- › криогенных гелиевых резервуаров объемом 1,25; 16 и 40 м³ с высокоэффективной изоляцией и азотным экраном;
- › криогенных гелиевых трубопроводов с дополнительными теплоизолирующими экранами;
- › криогенных оболочек сверхпроводящих кабелей жесткой и гибкой конструкции;
- › криогенное оборудование для сверхпроводящих электродвигателей и генераторов, накопителей энергии и магнитогидродинамических генераторов со сверхпроводниковыми магнитами;
- › систем компримирования, очистки и утилизации гелия, теплообменной аппаратуры, турбодетандеров и арматуры.

Криогенное гелиевое оборудование производства АО «Криогенмаш» поставляется Заказчику в максимальной монтажной готовности и успешно эксплуатируется, как в России, так и за рубежом.

СПЕЦСИСТЕМЫ.
КРИОТЕРМОВАКУУМНЫЕ
КОМПЛЕКСЫ

ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВЛЕНО
НА **1/3** КОСМОДРОМОВ МИРА

ОБОРУДОВАНИЕ РАБОТАЕТ
В **6** СТРАНАХ МИРА



pro www.netwind.ru

Криогенмаш – крупнейший изготовитель с 1959 года систем обеспечения кислородом, азотом и водородом отечественных стартовых ракетных комплексов и стендовых комплексов для испытаний ракетных двигателей.

АО «Криогенмаш» разрабатывает и производит уникальные криогенно-вакуумные комплексы и вакуумные установки для центров и предприятий, участвующих в выполнении программ по изучению и освоению космического пространства.

Криогенмаш освоил производство криогенно-вакуумных установок объемом от 1 до 10000 м³ с рабочим давлением от 1x10⁻³ до 1x10⁻⁸ мм рт. ст. при высокой скорости откачки и стерильности поверхности изделий. Внедрено около 600 специальных установок различного назначения.

Криогенно-вакуумные технологические установки АО «Криогенмаш» обеспечивают проведение тепловлажностных испытаний крупногабаритных сборок и узлов космических аппаратов с имитацией условий космоса (вакуум 1x10⁻⁴... 10⁻⁷ мм рт. ст при температурах 80...423 К).

Особое место среди имитаторов занимает комплекс КВИ - самый крупный в Европе имитатор объемом 10000 м³ и рабочим давлением 1x10⁻⁵ мм рт. ст. для полномасштабных испытаний космических кораблей и аппаратов.

В Криогенмаше созданы специальные криотермовлажностные установки для проведения научных исследований и экспериментов в области космонавтики. Установки отличаются сверхвысоким создаваемым вакуумом (до 5x10⁻⁹ мм рт. ст.) и универсальностью исполнения - на одной установке проводится широкая программа исследований.

Для испытательных центров Криогенмашем поставлен целый ряд криовакуумных и вакуумных камер для испытаний систем шлюзования и выхода человека в космос, средств спасения экипажей, скафандров, а также для предполетной подготовки и тренировки экипажей космических кораблей и летного состава.

КРИОГЕННЫЕ
ТУРБОДЕТАНДЕРЫ



С 1975 года АО «Криогенмаш» предлагает широкий ассортимент криогенных турбодетандеров, полностью удовлетворяющий как внутренние потребности предприятия, так и любые запросы Заказчиков.

Турбодетандер-компрессорные агрегаты низкого и среднего давления, выпуск которых начат с 1993 г., успешно эксплуатируются в России и Китае. Их высокая термодинамическая эффективность в сочетании с использованием мощности детандера для дополнительного сжатия рабочего газа в компрессорной ступени, существенно повышает технико-экономические показатели современных ВРУ.

Аналогичные по конструкции турбоагрегаты с тормозным компрессором нашли широкое применение в различных системах термостатирования, в том числе и в составе космического старта морского базирования «Sea Launch».

С 1996 г. АО «Криогенмаш» приступило к выпуску турбодетандеров ВРУ на газостатических опорах, используемых ранее только в турбомашине гелиевых ожижителей. Положительный опыт эксплуатации свидетельствует об их высоком качестве и надежности.

Разработана и внедрена специальная технология модернизации ранее выпускаемых и эксплуатируемых турбодетандеров непосредственно у Заказчиков. Замена элементов проточной части на более совершенные, а элементов ходовой базы – на более надежные, позволяет не только продлить срок службы турбодетандеров, но и значительно повысить производительность ВРУ.

Современная концепция создания турбодетандеров, принятая в Криогенмаше, заключается в разработке компактных агрегатов с современными средствами контроля их параметров, при минимальном объеме монтажных и пусконаладочных работ.



КРИОГЕННЫЕ
ТРУБОПРОВОДЫ

ТРУБОПРОВОДЫ ДИАМЕТРОМ
ОТ **ДУ 10** ДО **ДУ 750**



АО «Криогенмаш» проектирует и изготавливает криогенные трубопроводы от Ду 10 до Ду 750 для транспортировки жидких криогенных продуктов (азот, кислород, аргон, водород, гелий, сжиженный природный газ) с минимальными теплопритоками от окружающей среды.

Криогенный трубопровод представляет собой коаксиальный двустенный трубопровод с экранно-вакуумной изоляцией.

Трасса криогенного трубопровода комплектуется в зависимости от привязки к местности следующими элементами:

- › секциями криогенных трубопроводов;
- › элементами компенсации (компенсаторами, металлорукавами);

- › соединительными элементами (муфтами, линзами и т.п.);
- › адсорбционными секциями;
- › вакуумными портами для подсоединения средств вакуумирования и контроля вакуума;
- › опорами, мембранными защитными устройствами и устройствами защитного заземления.

Секции криогенных трубопроводов соединяются между собой на сварке.

В настоящее время на предприятии разработаны и изготавливаются секции трубопроводов для кислорода, азота, аргона, водорода и гелия.



Криогенная отрасль изначально создавалась в нашей стране в 40-50-х годах прошлого века на основе самых последних научных достижений. Недаром этот проект был доверен будущему Нобелевскому лауреату Петру Капице.

В 1949 году появился машиностроительный завод в Балашихе, ставший прообразом будущего мощного Научно-производственного объединения «Криогенмаш». Научные разработки и исследования до 1963 года велись в институте, который находился в Москве. Впоследствии было принято доказавшее свою эффективность решение соединить научные, конструкторские и производственные мощности в единое целое и на единой территории.

Основную продукцию компании сегодня составляет эксклюзивное оборудование, разрабатываемое по конкретным требованиям Заказчика. Поэтому разработка и внедрение новых технологий, новых деталей и систем сборки для Криогенмаша скорее не исключение, а правило, и в этом процессе активное участие принимают как исследователи и конструкторы, так и технологи и производственники. Связка науки и производства при выпуске конкурентоспособного криогенного оборудования просто необходима.

АО «Криогенмаш» – одна из немногих инженеринговых компаний в России, которой удалось не только сохранить, но и значительно развить в рамках предприятия научную составляющую. Именно благодаря прорывным конструкторским и научным разработкам, Криогенмаш успешно конкурирует с другими производителями на рынках высокотехнологичного оборудования.

Конкуренция также определила необходимость обновления. Потребовалось изменить все технологические передель, провести полномасштабную модернизацию производства, ликвидировать избыточные производственные площади и оптимизировать обеспечение инфраструктурными ресурсами. Решение этого комплекса задач привело к строительству на территории Криогенмаша нового завода с современным производством.

Сегодня Криогенмаш предлагает рынку продукцию по оптимальной стоимости, эффективную с точки зрения используемых в оборудовании технологий и, самое главное, подтверждает заказчикам свой потенциал создания инновационных изделий.



АО «КРИОГЕНМАШ»
РОССИЯ, 143907, МОСКОВСКАЯ ОБЛ.,
Г. БАЛАШИХА, ПР. ЛЕНИНА, 67
ТЕЛ.: +7 (495) 505 9333
ФАКС: +7 (495) 521 5722
E-MAIL: ROOT@CRYOGENMASH.RU
WWW.CRYOGENMASH.RU