

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕРМОБАРОКАМЕР И ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ

Виктор Велюханов, генеральный директор ООО «Фриготрейд»

В статье рассмотрены возможности ООО «Фриготрейд» по модернизации эксплуатируемых на предприятиях термобарокамер и испытательных стендов, а также дооснащения их дополнительным оборудованием. Приведён пример модернизации климатической термобарокамеры TBV-8000/2; кратко представлено оборудование для испытательных стендов, произведённое нашей компанией за последние годы.

Многие российские предприятия имеют свои термобарокамеры и испытательные стенды для проверки соответствия характеристик выпускаемого оборудования по существующим в настоящее время стандартам. Большинство таких барокамер и стендов разработаны и изготовлены в 1960–80 годах и теперь морально и физически устарели.

Появилось много новых материалов, технологий, новых объектов испытаний, требующих современного подхода в создании таких камер или их модернизации. Это касается как внедрения энергосберегающих технологий, так и новых подходов к проведению испытаний. Предприятие «Фриготрейд», получив профессиональный опыт при изготовлении и модернизации систем холодоснабжения различных назначений, в том числе климатических испытательных камер, выполняет комплекс необходимых работ по ремонту и модернизации термобарокамер и испытательных стендов.

Некоторые из этих камер и стендов используются для проверки работоспособности узлов и агрегатов авиационной и оборонной промышленности. В том числе оборудования, предназначенного для работы в высокогорных условиях и в космическом пространстве.

Модернизации термобарокамеры в Курской области

В качестве примера модернизации термобарокамеры, выполненного сотрудниками нашей компании в 2024 году, можно отметить работы по техническому заданию одного из предприятий в Курской области. Там требовалось провести ремонт и модернизацию термобарокамеры TBV-8000/2, обеспечив необходимые характеристики для испытаний выпускаемых предприятием автономных источников электропитания.

Эти источники широко используются в МЧС, в нефтяной и газодобывающих отраслях, а также в ряде других сегментах промышленности. Требуемый температурный диапазон для таких испытаний от -70°C до $+50^{\circ}\text{C}$ с точностью поддержания температуры воздуха в барокамере при установившемся режиме $\pm 1^{\circ}$ при тепловыделении испытываемого изделия до 28 кВт.

Существующая на предприятии термобарокамера TBV-8000/2 с полезным объемом 8 м³ была предназначена для проведения испытаний согласно требованиям ГОСТ РВ 20.57.306 на воздействие на объект повышенной влажности воздуха, повышенной и пониженной температуры, атмосферного пониженного давления в сочетании с температурами. Основанием для капитального ремонта и модернизации этой камеры явились следующие причины:

- термобарокамера перестала обеспечивать необходимые режимы климатических испытаний;
- участились отказы в работе электрооборудования термобарокамеры;

- из-за физического износа деталей и узлов холодильной установки возникали отказы в ее работе;
- из-за старения и износа уплотнительных материалов нарушена герметичность корпуса термобарокамеры;
- возникали трудности в работе механизма закрывания двери термобарокамеры;
- встроенные в конструкцию термобарокамеры средства измерений не внесены в Государственный реестр средств измерений;
- повышенный уровень акустического шума при работе термобарокамеры.

Для осуществления данной задачи нашими специалистами выполнены проектно-конструкторские работы по модернизации термобарокамеры, изготовлена и поставлена каскадная холодильная установка холодопроизводительностью 41 кВт при температуре воздуха в термобарокамере -70°C .



Каскадная холодильная установка бароклиматической камеры для испытаний автономных источников электропитания

Установка выполнена на двух поршневых компрессорах с конденсатором водяного охлаждения. Для снижения энергопотребления в нижнем каскаде машины использовался предконденсатор водяного охлаждения. В обоих каскадах использовались запатентованные ООО «Фриготрейд» рекуперативные теплообменники собственного производства, а также электронные ТРВ. Для увеличения точности регулирования температуры воздуха в термобарокамере, а также с целью снижения энергопотребления, использовались частотные приводы компрессоров верхнего и нижнего каскадов машины.

В камере заменён старый испаритель на два испарителя большей холодопроизводительности. Один подключён к нижнему каскаду установки и используется для обеспечения отрицательных температур в барокамере. Второй — к верхнему каскаду и используется для обеспечения



положительных температур в ней. Для регулирования работы испарителей используются электронные ТРВ. Оттаивание испарителей обеспечивается за счёт повышения температуры в барокамере с помощью установленных в ней электронагревателей.

Во время испытаний давление в камере устанавливается равным давлению окружающей среды в месте предполагаемой эксплуатации электрогенератора (например, высокогорье).

Наши специалисты обеспечили вывод данных с контроллера каскадной холодильной установки на удалённый компьютер заказчика и установили программное обеспечение для сбора и хранения данных о проведении испытаний.

В результате модернизации достигнуты следующие результаты:

- значительное увеличение темпа снижения температуры воздуха в барокамере;
- получение температуры внутри камеры до -70°C ;
- стабильность поддержания заданной температуры испытаний в барокамере при различных тепловыделениях испытуемых изделий.

Установленное холодильное оборудование позволяет достигать в бароклиматической камере TBV-8000/2 температуры -70°C за один час и обеспечивает поддержание температуры с требуемой точностью в диапазоне от -70°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Нашими специалистами был завершён весь объём пусконаладочных работ, проведено обучение технического персонала. **Заказчик в своём отзыве отметил, что все работы выполнены качественно, в полном соответствии с выданным техническим заданием и в установленные договором сроки.**

Дооснащение термобарокамеры и испытательного стенда ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва» установками жидкостного и воздушного термостатирования

При тепловых испытаниях герметичных отсеков космических аппаратов для охлаждения приборно-агрегатного оборудования внутри гермоотсека используются бортовые гидравлические контуры охлаждения с газожидкостными вентиляторными теплообменниками. В них тепло, выделяемое приборно-агрегатным оборудованием в процессе испытаний, передается теплоносителю бортового контура охлаждения, которое в полёте сбрасывается излучением с помощью наружных радиаторов в космическое пространство.

При наземных тепловых испытаниях это тепло передаётся через специальный промежуточный гидравлический контур наземной установки термостатирования. В результате охлаждается теплоноситель бортового контура до нужной температуры и снова подаётся в газожидкостные теплообменники в гермоотсеке.

Для одной из термобарокамер этого предприятия была изготовлена мобильная установка жидкостного термостатирования объекта испытаний внутри рабочего объёма камеры, используемая при проведении тепловых испытаний отдельных узлов космических аппаратов.

Установка обеспечивает подачу охлаждающей жидкости в испытуемый узел со следующими параметрами:

- температура жидкости на выходе из установки от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$ с возможностью её плавной регулировки и автоматического поддержания заданных значений;



Установка жидкостного термостатирования для термобарокамеры

- расход жидкости на выходе из установки от 50 до 300 см³/с при напоре не менее 5 кгс/см² с возможностью плавной регулировки и автоматического поддержания заданного расхода и давления.

По техническому заданию этого же предприятия была изготовлена партия мобильных установок воздушного термостатирования для обеспечения заданных температур работающего оборудования космических аппаратов панельной компоновки при наземных испытаниях.

Более подробно принцип работы этих установок изложен в статье «Применение средненапорных установок воздушного термостатирования для охлаждения космических аппаратов панельной компоновки при наземных испытаниях» в журнале «Известия Российской академии наук. Энергетика», №4, 2018 год, издательство «Наука» и в статье «Адаптируемый комплекс наземного термостатирования космических аппаратов панельной компоновки» в журнале «Космическая техника и технологии», №5(110), 2019 год.

Установка термостатирования для стенда гидравлических испытаний авиационного оборудования

По техническому заданию одного из авиационных предприятий специалистами ООО «Фриготрейд» выполнены проектно-конструкторские работы и изготовлена установка термостатирования промежуточного хладоносителя для стенда гидравлических испытаний авиационного оборудования.

Установка выполнена с мембранным расширительным баком в закрытом вентилируемом корпусе на общей раме, где расположены компрессоры, конденсаторы водяного охлаждения, гидравлические насосы с автоматикой и шкаф управления.

Температура хладоносителя на выходе из установки от -25°C до $+10^{\circ}\text{C}$, при этом точность регулирования температуры составляет $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Номинальная отводимая мощность от испытуемого оборудования при температуре -20°C не менее



Установка термостатирования для стенда испытаний авиационного оборудования



Сборка установки термостатирования
на производстве ООО «Фриготрейд»

60 кВт, а максимальная отводимая мощность не более 78 кВт (время непрерывного воздействия указанной мощности не более 36 минут). Встроенные в установку насосы суммарно обеспечивают 20 м³/ч. Объем бака хладагента 3000 л. В качестве водяных конденсаторов использовались два пластинчатых теплообменника.



Каскадная холодильная установка для охлаждения хладагента до -82°C



Двухкаскадная холодильная установка для охлаждения хладагента до -80°C

По техническому заданию предприятия АО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнёва» — российского разработчика и производителя спутников связи, телевидения, навигации и геодезии, наши специалисты изготовили ультранизкотемпературную каскадную холодильную установку для охлаждения промежуточного хладагента до -82°C. Эта установка используется для холодоснабжения испытательного стенда, обеспечивающего испытания бортового оборудования выпускаемых предприятием спутников.

Для крупного химического предприятия в Красноярском крае ООО «Фриготрейд» спроектировало и изготовило шесть установок для охлаждения промежуточных хладагентов, используемые для ступенчатого охлаждения парогазовой смеси и кристаллизации из них кристаллов кремния. Четыре установки выполнены на двух винтовых компрессорах каждая, а две холодильные установки выполнены двухкаскадными на поршневых компрессорах и обеспечивают температуру промежуточного хладагента -80°C.

Система холодоснабжения на жидком азоте для стенда статических и динамических испытаний крупногабаритных строительных конструкций при различных климатических условиях

Специалисты ООО «Фриготрейд» для Национального исследовательского московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ) спроектировали и изготовили стенд для статических и динамических испытаний крупногабаритных строительных конструкций **с системой холодоснабжения на жидком азоте**. На ряд технических решений, реализованных в проекте совместно с заказчиком, был получен патент РФ № 2802350 от 03.02.2023 год (правообладатели НИУ МГСУ и ООО «Фриготрейд»).

Испытательная камера выполнена из сборно-разборных секций, при этом каждая секция оснащена всем необходимым оборудованием для нагрева и охлаждения объекта испытаний. Секции легко монтируются и демонтируются без особых повреждений.

Сданная в эксплуатацию испытательная камера может быть собрана как одна большая камера без перегородок,



Компоновка климатической камеры и динамического стенда



Резервуары с жидким азотом системы охлаждения

установленная между опор большого гидравлического испытательного стенда, который создаёт многотонные статические и динамические, в том числе и ударные нагрузки на объект испытаний, находящийся внутри климатической камеры. При этом объект подвергается высоким и низким температурным воздействиям.

Большим преимуществом таких модульных камер является возможность одновременного испытания нескольких образцов в отдельных секциях. В этом случае температурно-влажностный режим в каждой рабочей секции может поддерживаться автономно.

Более подробно описание этой камеры приведено на нашем сайте в разделе «Выполненные проекты» —

Испытательное оборудование» или в журнале «Империя холода» №2(119), 2023 год в статье «Модульная климатическая камера с охлаждением жидким азотом».

Изготовленные или модернизированные специалистами ООО «Фриготрейд» климатические камеры и испытательные стенды с нашим холодильным оборудованием уже много лет работают на предприятиях ОАО «РЖД», «Российской самолётостроительной корпорации «МиГ», на предприятиях автомобильной промышленности в Самаре и Тольятти, в «Центре испытаний НАМИ» в Московской области, на заводах торгового холодильного оборудования в Орле, на «Заводе Брэнфорд» в Костроме, на заводе CRYSPI в г. Озеры Московской области, на фармацевтических предприятиях АО «Фармстандарт» в Курске, АО «Вертекс» в Санкт-Петербурге, на заводе австрийского концерна Wienerberger AG во Владимирской области, а также ряде предприятий оборонного комплекса.

С новостями нашего предприятия и подробной информацией о реализованных проектах, а также отзывах наших заказчиков, можно ознакомиться на нашем сайте в разделе «Выполненные проекты».

ООО «Фриготрейд»

8 800 505 05 42

+7 (495) 787 26 63

129345, г. Москва, ул. Осташковская, д.14

post@frigodesign.ru

www.frigodesign.ru

ФРИГОДИЗАЙН®

ООО «Фриготрейд» — российский разработчик и производитель систем холодоснабжения, климатических испытательных камер, гидромодулей, средств автоматизации и дистанционного мониторинга различных инженерных систем под ТМ ФРИГОДИЗАЙН®



СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ФРИГОДИЗАЙН®

- Холодильное и скороморозильное оборудование
- Контейнерные системы холодоснабжения
- Генераторы ледяной воды +1°C с проточными испарителями
- Гидромодули и насосные станции
- Системы управления и дистанционного мониторинга
- Климатические испытательные камеры
- Оборудование для заморозки грунта плотин и дамб
- Поддержание климата в производственных помещениях
- Системы фрикулинга



ООО «Фриготрейд»

129345, г. Москва, ул. Осташковская, д.14

8 800 505 05 42; +7 (495) 787 26 63

post@frigodesign.ru

frigodesign.ru