



МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕРМОБАРОКАМЕР И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕР РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Виктор Велюханов, генеральный директор ООО «Фриготрейд»

В статье приведен пример модернизации существующей на предприятии климатической термобарокамеры, а также кратко представлены климатические испытательные камеры, изготовленные и сданные в эксплуатацию в последние годы предприятием «ФРИГОТРЕЙД».

Модернизация и переоснащение термобарокамер для климатических испытаний

Термобарокамера представляет собой климатическую испытательную камеру, предназначенную для проведения климатических испытаний изделий различных назначений и материалов с целью исследования их свойств в диапазоне рабочих температур от -70°C до $+150^{\circ}\text{C}$ при различной влажности воздуха и при пониженном атмосферном давлении. Эти камеры используются для проверки работоспособности оборудования авиационной и оборонной промышленности, а также различного оборудования, предназначенного для работы в высокогорных условиях. Устанавливаются в научных и учебных учреждениях, а также непосредственно на производствах.

Многие российские предприятия имели свои термобарокамеры, разработанные и изготовленные в 1960-80 годах, в настоящее время они, конечно, устарели. ООО «Фриготрейд», получив профессиональный опыт при модернизации систем холодоснабжения различных предприятий, выполняет работы по ремонту и модернизации термобарокамер, установленных у заказчика.

В качестве примера модернизации, выполненной сотрудниками нашей компании в 2024 году, приведу конкретный объект в Курской области.

По техническому заданию АО «Электроагрегат» выполнены работы по модернизации, имеющейся на предприятии термобарокамеры ТВВ-8000/2, с целью обеспечения необходимого температурного режима в рабочем объеме при проведении климатических испытаний автономных источников электропитания, используемых в МЧС, в нефтяной и газодобывающих отраслях, а также в ряде других отраслей.

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. Во время испытаний давление в камере должно соответствовать

давлению окружающей среды в месте предполагаемой эксплуатации генератора (например, высокогорье).

Специалистами «Фриготрейд» выполнены проектно-конструкторские работы по модернизации термобарокамеры и изготовлена каскадная холодильная машина холодопроизводительностью 41 кВт при температуре в термобарокамере -70°C . Каскадная холодильная машина выполнена на двух поршневых компрессорах с конденсатором водяного охлаждения. Для снижения энергопотребления в нижнем каскаде машины использовался предконденсатор водяного охлаждения, а также в обоих каскадах использовались рекуперативные теплообменники собственной разработки и изготовления, и электронные ТРВ. Для увеличения точности регулирования температуры 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 машины 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. Оттайка испарителей обеспечивается за счёт повышения температуры в барокамере с помощью установленных в ней электронагревателей.

Обеспечен вывод данных с контроллера каскадной холодильной машины на удаленный компьютер заказчика и установка программного обеспечения для сбора и хранения данных о проведении испытаний.

В результате модернизации:

- значительно увеличен темп снижения температуры воздуха в барокамере;
- внутри камеры получена температура до -70°C ;
- достигнуто стабильное поддержание заданной температуры испытаний в барокамере при различных тепловыделениях испытываемых изделий.

Изготовление климатических камер различного назначения

ООО «Фриготрейд» проектирует и изготавливает климатические камеры под ТМ ФРИГОДИЗАЙН® под параметры, комплектацию и размеры, необходимые заказчику. Это камеры с заданной температурой в диапазоне от -75 до $+95^{\circ}\text{C}$, а также камеры с влажностью от 10% до 98% при температуре от 0 до $+95^{\circ}\text{C}$ с высокой точностью и стабильностью поддержания параметров. В зависимости от требования заказчика обеспечивается требуемая скорость воздуха внутри камеры, а также равномерное распределение его температуры и влажности по всему её объёму.

Камеры могут комплектоваться любым количеством датчиков температуры, относительной влажности и других парамет-



Каскадная холодильная установка бароклиматической камеры для испытаний автономных источников электропитания

тров, а также компьютерной системой контроля и мониторинга параметров с архивацией данных.

Разработки наших специалистов уже много лет работают на предприятиях ОАО РЖД, российской самолётостроительной корпорации МИГ, на предприятиях автомобильной промышленности в Самаре и Тольятти, в Центре испытаний НАМИ, на заводах торгового холодильного оборудования (ТХО) в Орле, «Брендфорд» в Костроме, CRYSPI в Московской обл., на фармацевтических предприятиях АО «Фармстандарт» в Курске, АО «Вертекс» в Санкт-Петербурге, на заводе австрийского концерна Wienerberger AG во Владимирской обл., также ряде предприятий оборонного комплекса.

ООО «Фриготрейд» изготавливает климатические испытательные камеры следующего назначения:

- камеры с регулированием температуры, относительной влажности и скорости воздушного потока для испытаний ТХО на соответствие ГОСТ 32560.2-2013 «Шкафы, прилавки и витрины холодильные торговые. Требования, методы и условия испытаний»;

- камеры для испытаний керамических блоков и кирпичей на морозостойкость в соответствии с ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методика определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости»;

- камеры для испытаний устойчивости крупногабаритных строительных изделий (арок мостов, перекрытий) к силовым воздействиям в диапазоне температур от +50 до -60°C;

- крупногабаритные климатические испытательные камеры для специальных автотранспортных средств на соответствие ГОСТ РВ 0008-002-2013 «ГСИ. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения»;

- камеры для испытаний мёрзлых грунтов на соответствие ГОСТ 12248-2010 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости»;

- камеры для теплотехнических испытаний строительных ограждающих конструкций:

- стен на соответствие ГОСТ Р 56623-2015 «Контроль неразрушающий. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»;

- оконных и дверных блоков на соответствие ГОСТ 26602.1-99 «Оконные блоки и дверные. Методы определения характеристик прочности и деформируемости»;

- камеры постоянных климатических условий для испытания естественной стабильности разрабатываемой фармацевтической продукции в соответствии с международными требованиями GMP;

- климатические камеры с охлаждением жидким азотом.

Климатические камеры для испытаний холодильного и нагревательного оборудования для предприятий общепита и торговли

АО «Чувашторгтехника», г. Чебоксары

Для одной из производственных площадок этого предприятия изготовлен «под ключ» и сдан в эксплуатацию комплекс из двух испытательных климатических камер «тепло-холод-влажность-скорость воздуха» с единой системой управления и мониторинга. Он предназначен для исследовательских и контрольных испытаний разрабатываемого ТХО для кратковременной выкладки и продажи пищевых продуктов на



Климатическое оборудование и шкафы управления

предприятиях торговли и общественного питания, а также кухонного холодильного и нагревательного оборудования.

Комплекс состоит из двух климатических камер объемом 240 м³ и 262 м³. Выполнено требование заказчика о создании четырех испытательных постов в первой камере и десяти испытательных постов во второй, при этом испытания образцов продукции (некоторые высотой до 3,5 м.) могут проводиться одновременно. Важной особенностью данного комплекса является то, что его камеры предназначены как для испытаний серийно выпускаемых изделий, так и для испытаний вновь разрабатываемых с целью поиска путей снижения их себестоимости и повышения конкурентоспособности.



Вид климатической камеры с открытыми воротами и загруженным для испытаний оборудованием

Камеры оснащены высокоточными измерительными средствами и оборудованием для проведения аттестации и периодических испытаний выпускаемого оборудования на соответствие ГОСТ 23833-95 «Оборудование холодильное торговое. Общие технические условия» и ГОСТ 32560.2-2013 «Шкафы, прилавки и витрины холодильные торговые. Требования, методы и условия испытаний».

«Совиталпродмаш», г. Волжск

Для этого завода специалисты ООО «Фриготрейд» изготовили и сдали в эксплуатацию испытательный комплекс из четырёх крупногабаритных климатических камер «температура-влажность» общим объёмом 234 м³. Камеры предназначены для проведения периодических и исследовательских испытаний производимого предприятием ТХО как с выносным, так и со встроенным холодильным агрегатом в соответствии с требованиями ГОСТ 32560-2013, ГОСТ 23833-90 и ISO 23953-2:2005.



Холодильное оборудование испытательного комплекса



Шкафы управления холодильным оборудованием

Система компьютерного управления и мониторинга на этом объекте включает в себя блок интерфейса, компьютер и специальное программное обеспечение для проведения испытаний холодильного оборудования в климатических камерах на базе программного пакета SCADA, представляя собой интеллектуальную систему управления и мониторинга работы оборудования и узлов камеры. Имеет интуитивно понятный интерфейс и объединяет все системы управления оборудованием в общую систему мониторинга теплоэнергетических испытаний холодильного оборудования.

Камеры для теплотехнических испытаний строительных ограждающих конструкций

Климатические камеры данного вида предназначены для оценки напряжений и плоскостной деформации стеновых панелей при разности температур воздуха снаружи и внутри помещения. А также — для тепловых испытаний с целью определения коэффициента теплопередачи стеновых ограждающих конструкций в соответствии с нормативными документами. В соответствии с СНиП 23-02-2009 «Тепловая защита зданий» устанавливаются требования по температуре внутренних поверхностей теплоограждающих конструкций (пол, стены, потолок, окна, двери) как по самой поверхности, так и в зонах стыков этих поверхностей между собой.

Температуры внутренних поверхностей теплоограждающих конструкций должны быть не ниже температуры точки росы внутри помещения при расчётной для каждого региона температуре наружного воздуха в холодное время года.

Компанией «Фриготрейд» в 2022 году выполнены работы по модернизации камеры теплотехнических испытаний строительных теплоограждающих конструкций для испытательного комплекса **Московского государственного строительного университета**. В том числе — проектные работы, изготовление и монтаж холодильного оборудования, пусконаладочные работы и приёмо-сдаточные испытания. Испытания модернизированной климатической камеры подтвердили соответствие её технических характеристик требованиям техзадания заказчика, а именно:

- увеличен температурный диапазон до 78°C прикладываемый к испытываемой теплоограждающей конструкции (строительные панели);
- увеличено число каналов измерения температуры;
- обеспечено автоматическое измерение и регулирование температуры в низко-и высокотемпературном отсеках климатической камеры, что повышает точность ее поддержания на заданном уровне;
- обеспечен дистанционный мониторинг, контроль и управление климатической камерой с отображением на экране переносного компьютера значений измеряемых параметров, состояние оборудования климатической камеры на мнемосхеме, отображение измеряемых параметров в виде

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ХОЛОД

графиков и таблиц, а также преобразование полученных данных в разных форматах для их последующей обработки и анализа.

Климатическая камера для длительных испытаний мерзлых грунтов

Для крупного российского предприятия **АО НИЦ «Строительство»**, занимающегося строительством фундаментных оснований и подземных сооружений, специалисты «Фриготрейд» в 2022 году спроектировали, изготовили и запустили в эксплуатацию климатическую камеру для проведения длительных испытаний мерзлых грунтов.

Камера объемом более 30 м³ с откатной дверью изготовлена из пенополиуретановых сэндвич-панелей и оснащена системой холодоснабжения, позволяющей поддерживать температуру в рабочем объеме в диапазоне от 0°C до -12°C.



Камера для испытаний мерзлых грунтов (внутри)

Разработанная система управления холодильным оборудованием позволяет поддерживать точность температуры в камере $\pm 0,2 \dots 0,3^\circ\text{C}$ независимо от режима оттаивания вентиляторных воздухоохладителей, температуры в помещении, где размещена камера, и температуры воздуха снаружи, где установлен конденсатор системы холодоснабжения. Погрешность измерения датчиков температуры составляет $\pm 0,15^\circ\text{C}$.

Климатические камеры постоянных условий для исследования естественной стабильности лекарственных препаратов в соответствии с требованиями GMP

Камеры постоянных климатических условий могут использоваться научно-исследовательскими и производственными компаниями для проведения испытаний воздействия окружающей среды на различное оборудование и материалы. В том числе — в фармацевтической промышленности для испытаний стабильности лекарственных препаратов и фармацевтических субстанций, и определения сроков их хранения.

Специалистами «Фриготрейд» в 2023 году выполнены работы по проектированию, монтажу, пусконаладке и проведению испытаний климатической камеры постоянных условий КИ 92-27/23-ТВХ с рабочим объемом 92 м³ для **АО «ВЕРТЕКС»**. Работы велись в соответствии с последними требованиями стандартов на проведение исследований стабильности лекарственных препаратов и фармацевтических субстанций. Камера оборудована высокоточными датчиками температуры и влажности, размещёнными в разных точках всего её объема. А также — сертифицированной системой компьютерного мониторинга, регистрации и контроля параметров микроклимата, соответствующей требованиям нормативных документов.

Выполнены работы по температурному картированию помещения камеры. По результатам измерений в установив-



Камера постоянных климатических условий



Увлажнитель воздуха и шкафы системы управления



Компоновка климатической камеры и динамического стенда

шемся режиме получена точность поддержания температуры в точке измерения каждого из датчиков $\pm 0,15^\circ\text{C}$. Вариация температуры воздуха во всем полезном объеме камеры составила $\pm 0,25^\circ\text{C}$. Измеренная точность поддержания влажности воздуха в точке измерения каждого из датчиков менее $\pm 1\%$. При этом вариация влажности во всем полезном объеме камеры составила $\pm 1,5\%$.

После проведения испытаний климатической камеры выполнены работы по её валидации.

Используемая в ней специальная автоматизированная система компьютерного мониторинга, регистрации и контроля параметров микроклимата соответствует нормативным документам GMP. Повышение влажности обеспечивается промышленным ультразвуковым увлажнителем воздуха с фильтром для очистки воды, работающим по принципу обратного осмоса. Этот увлажнитель, а также электрические шкафы управления холодильной установкой смонтированы снаружи камеры рядом с холодильной установкой.

Программное обеспечение системы компьютерного мониторинга, установленное на компьютер заказчика, отвечает действующим требованиям ЕАЭС, Минпромторга, ГОСТа, СанПиН и 11 части GAMP 5 раздела 21 CFR.

Аналогичная камера постоянных климатических условий с рабочим объемом 53 м^3 была изготовлена нашими специалистами для АО «Фармстандарт», с которым наше сотрудничество продолжается много лет.

Камеры для статических и динамических испытаний крупногабаритных строительных конструкций при различных климатических условиях

Данные климатические камеры предназначены для испытательных центров и научно-исследовательских и проектных институтов, работающих в области строительства крупных промышленных объектов.

В качестве примера отметим спроектированную и изготовленную ООО «Фригодизайн» модульную климатическую испытательную камеру для НИУ МГСУ. Данная камера работает с системой холодоснабжения на жидком азоте. На ряд технических решений, реализованных совместно с заказчиком в проекте, был получен патент РФ № 2802350 от 03.02.2023 г. (правообладатели НИУ МГСУ и «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, установленная между опор большого гидравлического испытательного стенда, создающего многотонные статические и динамические (в том числе ударные) нагрузки на объект испытаний, находящийся внутри климатической камеры. При этом объект испытаний внутри камеры подвергается высоким и низким температурным воздействиям.

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

Получить консультацию по выбору характеристик климатической испытательной камеры или оборудования для неё, обсудить возможность модернизации имеющейся камеры под новые задачи вы можете, обратившись в московский офис компании.

С новостями нашего предприятия, более полной информацией о климатических камерах, изготовленных или модернизированных специалистами «Фриготрейд», других реализованных проектах и отзывах наших заказчиков можно ознакомиться на нашем сайте в разделе «Выполненные проекты».

ФРИГОДИЗАЙН®

000 «Фриготрейд»
8 800 505 05 42
+7 (495) 787 26 63
129345, г. Москва,
ул. Осташковская, д.14
post@frigodesign.ru
www.frigodesign.ru

