

ЗАПАТЕНТОВАННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В РЕАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ООО «ФРИГОТРЕЙД»

ФРИГОДИЗАЙН®*Виктор Велюханов, генеральный директор ООО «Фриготрейд»*

В статье приведены наиболее значимые запатентованные технические решения, реализованные совместно с заказчиками при разработке и изготовлении систем холодоснабжения уникальных объектов.

Специалисты ООО «Фриготрейд», разрабатывая и создавая для заказчиков свои системы холодоснабжения под ТМ ФРИГОДИЗАЙН®, постоянно работают над повышением их экономичности и технологичности, закладывая в эти системы энергоэффективные технические решения.

Известно, что инвестиционная привлекательность разрабатываемых систем холодоснабжения зависит как от реализованных в них технических решений, касающихся надёжности, так и от стоимости эксплуатационных расходов, где главной статьёй являются затраты на электроэнергию.

Энергопотребление систем вносит существенную составляющую в себестоимость охлаждаемой продукции или производственного процесса, например, в стоимость климатических испытаний. Именно поэтому возможность использования технических решений, снижающих энергопотребление, имеет большое значение для конечного потребителя.

При проектировании систем холодоснабжения мы всегда предлагаем заказчику решения, учитывая все технологические особенности производственного процесса. А также — позволяющие экономить энергоресурсы за счет внедрения в конструкцию холодильных установок энергосберегающих опций. Это позволяет снизить энергопотребление системы холодоснабжения на 10-50%.

Ниже приведены наиболее значимые запатентованные энергосберегающие технические решения, которые мы реализовали при изготовлении систем холодоснабжения для ряда известных российских предприятий.

Генераторы ледяной воды с проточными кожухотрубными и пластинчатыми испарителями

Поскольку потребность пищевой промышленности в ледяной воде возрастает с каждым годом, разработки энергоэффективных установок её получения с температурой $+0,5...+2^{\circ}\text{C}$ всегда были и остаются актуальными.

В 2014 году специалистами нашей компании была разработана и запатентована холодильная установка получения ледяной воды с инновационной системой управления и контроля за процессом теплообмена в испарителе с непосредственным кипением хладагента, получившая название «генератор ледяной воды». Она позволяет получать на выходе из проточного испарителя ледяную воду с температурой $+0,5...+2^{\circ}\text{C}$, не опасаясь её замерзания внутри испарителя. Такие холодильные установки успешно конкурируют с громоздкими традиционными установками с использованием льдоаккумуляторов или плёночных испарителей.

В описании к полученному патенту RU148545U1 приведена схема такой двухконтурной установки и подробно описана её работа. В том числе — системы управления,

исключающая возможность замерзания воды внутри теплообменной решетки при температурах ледяной воды, близкой к 0°C при различной тепловой нагрузке на систему холодоснабжения.

В холодное время года такой генератор ледяной воды позволяет дополнительно экономить от 50 кВт до 70 кВт электроэнергии. Использование частотных преобразователей, управляющих приводами компрессоров и насосов ледяной воды, даёт возможность снизить величину пускового тока до значений, не превышающих номинальный ток электродвигателей приводов. Такие результаты удалось получить благодаря применению в этой холодильной установке-генераторе ледяной воды одновременно нескольких энергосберегающих опций.

В результате этого холодильная установка за счет двух контуров регулирования выходит на стационарный режим получения ледяной воды с температурой $+0,5...+2^{\circ}\text{C}$ при разной потребности в ледяной воде у потребителя.

Разработанные нашей компанией инновационные решения по её получению в проточных кожухотрубных и пластинчатых испарителях можно использовать при изготовлении новых и модернизации существующих водоохлаждающих установок.

Первая такая установка была запущена в эксплуатацию на Каменск-Уральском молокозаводе **ОАО «Молоко»**. Для расширения производства молокозаводу необходимо было увеличить производительность системы холодоснабжения на 1,1 МВт, обеспечивая температуру ледяной воды $+1...+2^{\circ}\text{C}$. При этом у него было всего 280 кВт выделенной мощности.



Генератор ледяной воды с кожухотрубным теплообменником-испарителем



Генераторы ледяной воды с пластинчатыми испарителями производительностью 87 м³/ч по ледяной воде 1,5±0,5°C



Генераторы ледяной воды установлены на ОАО «Еланский маслосыркомбинат»

Оптимизировав параметры холодильного цикла, специалисты ООО «Фриготрейд» изготовили и поставили на завод генератор ледяной воды на двух винтовых компрессорах производительностью 1,1 МВт, который обеспечивает температуру ледяной воды +1...+2°C на выходе из кожухотрубного испарителя. Суммарное энергопотребление компрессоров, насосов и вентиляторов составляет у этой холодильной установки 275 кВт.

В 2014 году для **Ивановского молочно-жирового комбината** был изготовлен и запущен в эксплуатацию аналогичный генератор ледяной воды на кожухотрубном испарителе производительностью 500 кВт, работающий в автоматическом режиме. Температура воды, поступающая к потребителю, поддерживается на уровне 1,5±0,5°C. В состав установки входит гидромодуль с двумя насосами, которые обеспечивают расход ледяной воды в системе холодоснабжения завода не менее 70 м³/ч. Температура воды, поступающая от потребителя в генератор ледяной воды, составляет +7...+9°C.

Более масштабный проект по внедрению проточных генераторов ледяной воды на пластинчатых испарителях был реализован ООО «Фриготрейд» в 2018 году при техническом перевооружении системы холодоснабжения завода **ОАО «Еланский маслосыркомбинат»** в Волгоградской области.

Суммарная холодопроизводительность четырех генераторов ледяной воды на винтовых компрессорах, изготовленных на своем производстве и установленных на заводе нашими специалистами, составила 2,6 МВт при температуре воды на входе в генератор +8,5°C и не выше 1,5±0,5°C на выходе. Суммарный расход ледяной воды, обеспечиваемый изготовленными ООО «Фриготрейд» генераторами и насосными

агрегатами, составляет не менее 350 м³/ч. Системой мониторинга обеспечена визуализация процесса охлаждения на удаленном компьютере и сенсорной панели управления.

Практический опыт их эксплуатации, подтвержденный данными по энергопотреблению систем холодоснабжения наших клиентов, показал что энергосберегающие опции в этих системах позволяют снизить их суммарное энергопотребление на 20-25%.

Установки подготовки воздуха для зональной системы термостатирования при наземных испытаниях летательных аппаратов

Проектирование и изготовление систем холодоснабжения испытательных стендов и климатических камер, а также установок воздушного и жидкостного термостатирования для поддержания заданного температурного режима тепловыделяющего оборудования летательных аппаратов (ЛА) при наземной подготовке, является одним из направлений деятельности ООО «Фриготрейд».

Специалисты РКК «Энергия» им. С.П. Королёва разработали зональную систему термостатирования ряда новых летательных аппаратов при наземных испытаниях и запатентовали воздухораспределительное устройство для этой системы. В целях практической реализации данной системы по заданию заказчика предприятие «Фриготрейд» разработало и изготовило партию установок воздушного термостатирования, выполненных в виде мобильного моноблока, разделенного внутри на нижнюю зону холодильной установки и верхнюю зону обработки воздуха с воздухоохладителем, нагревателем и высоконапорным вентилятором.

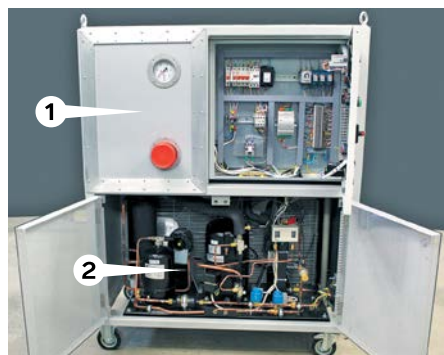
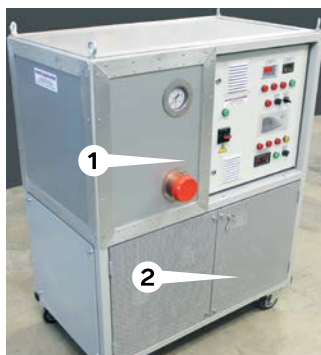
При работе данной установки температура теплообменной решетки воздухоохладителя поддерживается системой управления на уровне, обеспечивающем охлаждение и осушку термостатирующего воздуха до расчетных значений. Высоконапорный вентилятор создает разрежение в верхней зоне установки и поступающий воздух, проходя через воздухоохладитель, охлаждается, осушается, при необходимости подогревается электрическим нагревателем и попадает на вход вентилятора.

Окончательный подогрев воздуха до заданной температуры с погрешностью не более 1°C осуществляется внутри самого вентилятора за счет сжатия воздуха. В высоконапорных вентиляторах в зависимости от напора и расхода воздух может нагреваться на 4...15°C относительно его температуры на входе, что необходимо учитывать при расчете таких установок.

Специалисты ООО «Фриготрейд» для системы управления установкой разработали алгоритм, позволяющий использовать в системе подготовки воздуха это свойство высоконапорных вентиляторов, что снизило энергопотребление установки.

Установки ФРИГОДИЗАЙН® позволяют выдавать в приборные отсеки и на вынесенное за пределы гермоотсека тепловыделяющее оборудование воздух со следующими регулируемыми параметрами:

- > температура воздуха на выходе из установки +12...+25°C;
- > диапазон плавно регулируемого расхода 100...400 м³/ч;
- > диапазон регулируемого напора воздуха 100...600 мм вод.ст.;
- > погрешность поддержания температуры не более 1°C;
- > погрешность поддержания расхода воздуха не более 6 м³/ч;
- > относительная влажность на выходе не более 75%.



Общий вид установки подготовки и подачи термостатирующего воздуха:

1 — зона обработки воздуха с воздухоохладителем, нагревателем и высоконапорным вентилятором; 2 — зона холодильной установки с конденсатором и компрессором

Способ подготовки воздуха для газодинамической системы термостатирования оборудования космических аппаратов при наземных испытаниях и установка для его реализации защищены совместным **патентом RU2657603C1** на изобретение РФ на имя ПАО «РКК Энергия им. С.П. Королёва» и ООО «Фриготрейд».

Высокоэффективные коллекторы-отделители жидкости

Разработанные и запатентованные специалистами ООО «Фриготрейд» коллекторы-отделители жидкости, защищенные **патентом RU139565U1**, изготавливаются на нашем производстве много лет и используются при монтаже новых или модернизируемых холодильных установок с целью повышения их энергетической эффективности.

Конструктивно внутри цилиндрического коллектора-отделителя жидкости размещается внутренний теплообменник с жидким хладагентом. Этот теплообменник выполнен из нескольких трубок, объединённых входным и выходным коллекторами теплообменника, выведенных из корпуса коллектора-отделителя жидкости по центру противоположных торцевых полусферических днищ. При этом трубки внутреннего теплообменника с жидким хладагентом расположены в нижней части коллектора.

Такой коллектор-отделитель жидкости повышает энергетическую эффективность холодильной установки за счёт увеличения степени переохлаждения жидкого хладагента во внутреннем теплообменнике, охлаждаемого за счёт его испарения, а также испарения растворённого хладагента из масла, которое тоже осаждается в отделителе жидкости.

Повышение эффективности холодильной установки достигается за счёт расположения трубок внутреннего теплообменника с жидким тёплым хладагентом в нижней части отделителя жидкости, где скапливается неиспарившийся хладагент в жидком виде, который при контакте с тёплыми

трубками внутреннего теплообменника начинает интенсивно испаряться и переохлаждать хладагент, текущий в этих трубках.

При этом, скользящие втулки, равномерно распределённые по длине трубок внутреннего теплообменника, обеспечивают равномерный зазор между ними и способствуют повышению коэффициента теплоотдачи при теплообмене между тёплым хладагентом в трубках внутреннего теплообменника и холодным неиспарившимся хладагентом в нижней части коллектора-отделителя жидкости, что также повышает эффективность теплообмена и энергетическую эффективность всей холодильной установки. В настоящее время наше предприятие освоило про-

изводство коллекторов-отделителей жидкости и устанавливает их на все многокомпрессорные агрегаты ФРИГОДИЗАЙН®.

Сборно-разборная камера для испытаний крупногабаритных изделий на устойчивость к разрушающим нагрузкам при различных климатических условиях

По техническому заданию **НИУ МГСУ** компания «Фриготрейд» спроектировала и изготовила уникальную климатическую камеру для испытаний на прочность крупногабаритных строительных изделий, предназначенных для работы в условиях низких температур, где температура окружающего воздуха может опускаться в зимние месяцы до -60°C .

Поскольку рабочий объем данной климатической камеры может меняться в зависимости от размеров испытываемых строительных конструкций, а сам цикл испытаний имеет небольшую длительность, заказчиком было принято решение использовать жидкий азот (как наиболее дешёвый и имеющий температуру кипения $-195,8^{\circ}\text{C}$) для охлаждения объекта во время испытаний, а саму камеру сделать многосекционной и сборно-разборной.

В результате выполненных ООО «Фриготрейд» работ заказчик получил сборно-разборную климатическую камеру, в которой стены и потолок выполнены из теплоизолированных панелей, соединённых между собой внешними многоразовыми стягивающими зажимами. При этом площадь пола климатической камеры изолируется отдельными теплоизолированными матами. Это позволяет многократно разбирать конструкцию камеры, транспортировать её в разобранном виде на новое место испытаний и устанавливать климатическую камеру на ровный бетонный пол.

Наличие в конструкции климатической камеры перемещаемых теплоизолированных перегородок, образующих отдельные секции внутри климатической камеры, повышает её multifunctionality, позволяя создавать секции с размерами рабочей зоны, оптимальными для конкретного испытываемого изделия, что снижает эксплуатационные расходы (в основном расход жидкого азота) при испытаниях. Кроме того, такая конструкция камеры дает возможность, наряду с низкотемпературными испытаниями в одной секции, проводить высокотемпературные ($+40...+50^{\circ}\text{C}$) испытания в другой секции климатической камеры.



Изготовление запатентованного коллектора-отделителя на производстве ООО «Фриготрейд»



Компрессорный агрегат с запатентованным коллектором-отделителем жидкости на фабрике мороженого в г. Кореновск



Климатическая камера
в процессе монтажа



Климатическая камера между опорами мостового
крана с устройством силового воздействия

Система автоматического управления дополнительным оборудованием камеры позволяет поддерживать внутри её рабочей секции давление азота ниже давления окружающей среды, что исключает попадание паров криогенной жидкости из камеры в атмосферу.

В одной из потолочных панелей сделано технологическое отверстие для штока устройства создания внешнего силового и ударного воздействий на объект испытаний. Поскольку потолочные панели взаимозаменяемые, потолочная панель с технологическим отверстием может быть установлена вместо любой потолочной панели, исходя из требуемого места приложения силового воздействия на объект испытаний.

Данная климатическая камера была собрана в испытательном цехе на бетонном основании между опорами мостового крана, оснащённым подвижным устройством для создания многотонного усилия на испытываемый образец. После верхней загрузки краном в климатическую камеру объекта испытаний, например, бетонной плиты мостового пролёта, устанавливают потолочные теплоизолированные

панели и крепят их многоразовыми стягивающими зажимами к поверхности боковых теплоизолированных панелей.

Распылители жидкого азота, установленные внутри камеры, гидравлически соединены со станцией подачи жидкого азота. В процессе испытаний через люк в потолочной теплоизолированной панели вводят шток устройства внешнего силового воздействия в заданной точке его приложения.

После охлаждения самого объекта испытаний до заданной температуры, например -60°C , и выдержки его требуемое время при этой температуре, штоком устройства внешнего силового воздействия создают заданные условиями испытаний усилие и воздействуют им на образец.

После окончания испытаний прекращают подачу жидкого азота из ёмкости с криогенной жидкостью к распылителям жидкого азота и принудительно включают вытяжной вентилятор на полную производительность, откачивая пары азота по теплоизолированному вытяжному воздухопроводу в атмосферу за пределы испытательного цеха.

При возникновении перепада давления между рабочей секцией климатической камеры и окружающей её атмосферой, открываются обратные клапаны в потолочных теплоизолированных панелях и тёплый воздух начинает поступать внутрь рабочей секции, вытесняя пары азота и одновременно отогревая объект испытаний.

Конструкция данной климатической камеры защищена совместным **патентом RU2802350C1** на изобретение РФ на имя Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ) и ООО «Фриготрейд».

Другие патенты компании приведены в разделе сайта «Наши патенты». Системы холодоснабжения с реализацией запатентованных технических решений приведены в разделе сайта «Выполненные проекты», а также в разделе «Наши публикации в СМИ».

Если есть необходимость консультации по выбору холодильного оборудования под ваши задачи, звоните в московский офис компании или обращайтесь по электронной почте.

ФРИГОДИЗАЙН®

ООО «Фриготрейд»

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

129345, г. Москва,

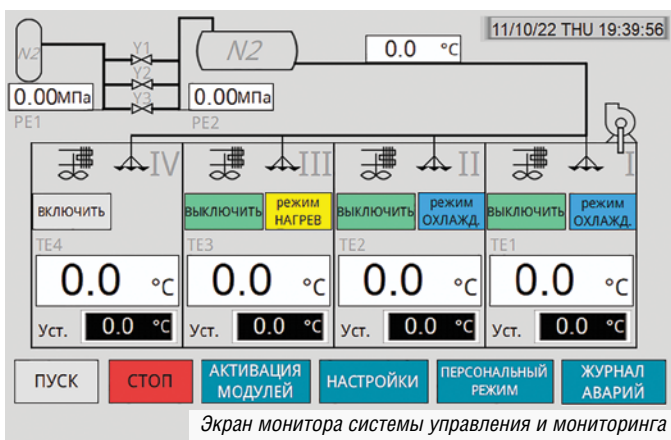
ул. Осташковская, д.14

post@frigodesign.ru

www.frigodesign.ru



Станция подачи жидкого азота



Экран монитора системы управления и мониторинга