



ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СКЛАДОВ

ФРИГОДИЗАЙН

Виктор ВЕЛЮХАНОВ, генеральный директор;
Константин КОПТЕЛОВ, главный инженер; ГК «ФРИГОДИЗАЙН»

Холодильные склады являются важным звеном в обеспечении продовольственной безопасности населения страны. Поэтому их строительство и последующая безотказная работа является приоритетной задачей для холодильной отрасли. В России холодильные склады можно условно разделить на следующие категории:

- плюсовые холодильные с t° хранения выше 0°C ;
- среднетемпературные с t° хранения от -2°C до -18°C ;
- низкотемпературные для длительного хранения замороженных продуктов с t° хранения от -24 до -30°C ;
- сверхнизкотемпературные с t° до -60°C .

Важной задачей при проектировании системы холодоснабжения наряду с безусловным выполнением всех технических требований заказчика является снижение стоимости эксплуатационных расходов по обслуживанию холодильного склада. В стоимости эксплуатации такого склада значительную составляющую занимают затраты на энергоснабжение холодильных агрегатов. Для крупных низкотемпературных складов энергопотребление агрегатов может достигать нескольких сотен кВт, поэтому использование схем энергосбережения является важной составляющей в выборе поставщика системы холодоснабжения.

Анализ энергосберегающих схем показывает, что эксплуатация систем холодоснабжения с грамотно выбранными энергосберегающими техническими решениями, позволяет получить экономию электроэнергии до 25-30%. И эта экономия позволяет за пару лет окупить стоимость использованных технических решений, которые были реализованы при изготовлении системы холодоснабжения. В дальнейшем эти энергосберегающие опции приносят дополнительную прибыль владельцу такого склада. Но первой задачей, которую необходимо решать при строительстве низкотемпературных камер, это грамотно выбранная система подогрева основания полов.

О подогреве основания полов низкотемпературных холодильных камер

К конструкции пола холодильного склада предъявляются специальные требования. Холодильные камеры с плюсовой t° не требуют организации подогрева или вентиляции подпольного пространства, а полы низкотемпературных камер необходимо обязательно оснащать системой подогрева. Если в низкотемпературных складах, построенных на бетонном основании первого этажа, не имеющего подвала, не подогревать полы, то грунт под камерами со временем промерзает и начинает вспучиваться, что может привести к деформации пола, а иногда и несущих стен самой камеры. Чтобы избежать этого под полом низкотемпературной камеры необходимо поддерживать t° грунта под всей площадью пола и t° в основании опорных колонн не ниже $+1^{\circ}\text{C}$. Если опоры не подогревать, то может произойти постепенное вытеснение основания этих колонн из грунта, что также приведет к деформации несущей конструкции.

Подогрев основания полов низкотемпературных камер реализуется с помощью:

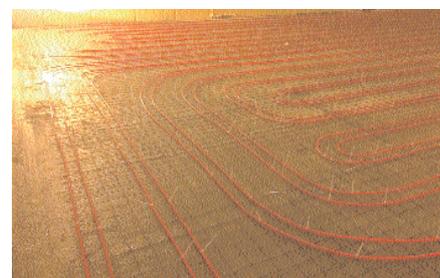
- создания вентилируемого подполья;
- жидкостного термостатирования основания пола;
- электроподогрева основания пола.

При строительстве крупнотоннажных низкотемпературных камер компания «Фригодизайн» применяет жидкостную систему подогрева полов с использованием пластиковых труб с циркулирующим гликолем. Эта схема дает энергосберегающий эффект в том случае, когда рядом есть объект, от которого необходимо постоянно отводить тепло. Если такого объекта нет, то в состав холодильной установки вводится предконденсатор, к которому и подключается жидкостный контур обогрева полов. Этот контур использует (утилизирует) теплоту конденсации, которая в воздушном конденсаторе должна сбрасываться в окружающую

атмосферу, что является энергосберегающим решением.

Систему трубопроводов подогрева основания пола низкотемпературных камер целесообразно выполнять двухконтурной, обеспечивающей резервирование по схеме: рабочий контур + резервный. Система поддерживает t° под полом камеры на температурном уровне $+1...+2^{\circ}\text{C}$, не допускающим промерзания грунта под полом. В качестве теплоносителя в холодильных камерах необходимо использовать водный раствор пропиленгликоля или другие нетоксичные низкотемпературные хладоносители. Система работает в полностью автоматическом режиме; при этом гидравлические контуры выполнены закрытыми, не сообщаясь с атмосферой и работающими под избыточным давлением.

Эти два контура подключены к одной насосной группе с двумя циркуляционными насосами и автоматическим переключением с одного контура на другой при аварии. В гидравлическом контуре системы подогрева полов имеется буферная емкость, мембранный расширительный бак и предохранительный клапан, предусмотрены запорная и регулирующая арматура, позволяющая эксплуатировать систему в автоматическом режиме и обеспечивать ее обслуживание и ремонт без значительной потери теплоносителя. Предусмотрена сигнализация аварийного повышения и понижения давления в контурах. В гидравлических контурах предусмотрена система дозирования и система отвода воздуха. Система жидкостного подогрева укомплектована датчиками измерения t° основания пола с визуализацией показаний t° в щите управления.



Самое простое, но и самое энергозатратное решение по системам подогрева оснований полов для низкотемпературных холодильных камер — **это укладка на несущем бетонном основании пола электрических матов с кабелем подогрева.**

Маты представляют собой рулоны прочного полиэтилена с закрепленным на них нагревательным электрическим кабелем, которые равномерно раскладываются по всей площади основания пола. Для низкотемпературных холодильных камер мощность на электроподогрев пола должна выбираться из расчета 15-20 Вт/м². Меньшее значение для камер с температурой внутри -18...-20°C, большее значение для низкотемпературных холодильных камер с t° -24...-28°C. Маты с электрическим кабелем укладываются сверху на основную опорную бетонную плиту, покрытую пароизоляцией, в верхнем слое опорной плиты делают отверстие и в него устанавливают датчик контроля t°. Электрический провод от датчика t° выводят к месту установки шкафа управления системой подогрева, после чего кладут слой полиуретана толщиной около 2,5 см, затем укладывают основные теплоизоляционные пенополиуретановые панели толщиной 120-150 мм, и наконец, сверху панелей усиливают пол алюминиевыми листами типа «квинтет», а если камера крупнотоннажная, то на теплоизоляционные панели заливают окончательный слой бетона.

Таким образом для морозильной камеры площадью 100 м² эксплуатационные затраты на электрический подогрев пола потребуют 1,5-2,0 кВт электроэнергии. Для крупнотоннажных хо-

лодильных камер, внутри которых установлены опорные колонны, необходимо учитывать еще и мощность на их подогрев. Конструкция электрических матов и их мощность зависят от конфигурации колонн, их сочленения с несущим основанием пола и выбирается для каждого случая индивидуально. Сами электрические маты для подогрева полов холодильных камер производятся как зарубежными заводами, так российскими фирмами. Конструктивно они являются надежными и рассчитаны на длительный срок эксплуатации, однако европейские производители рекомендуют для повышения надежности укладывать основной и дублирующий контуры обогрева, так же, как они рекомендуют устанавливать основной и резервный датчики t° несущего основания пола с выводом их на шкаф управления, вынесенный за пределы морозильной камеры.

Существенную экономию энергозатрат при эксплуатации низкотемпературных складов можно получить, используя **систему подогрева полов с так называемым вентилируемым подпольем.** Вентилируемое подполье создают следующим образом. На несущее бетонное основание пола укладывают деревянный брус, желателно из лиственницы, сечением не менее 100x100 мм с шагом в зависимости от нагрузки на пол. Деревянные брусья перед укладкой желателно пропитать каким-либо антисептиком. Обычно расстояние между брусьями составляет 0,5-0,8 м. Брусья укладываются параллельно друг другу, тем самым под полом морозильной камеры образуются каналы, через которые вентиляторами продувается воздух, что не позволя-

ет образовываться конденсату внутри этих каналов и исключает промерзание грунта под основанием пола. Для защиты от грызунов все каналы закрывают мелкой металлической сеткой.

Для больших промышленных холодильных камер используют железобетонное основание пола, установленное на сваях. Между сваями свободно циркулирует воздух окружающего пространства.

Вентилируемое подполье — важный шаг в направлении снижения энергопотребления холодильного склада при эксплуатации. Например, если для подогрева грунта под полом площадью 100 м² требуется электрическая мощность примерно 1500 Вт, то на электроприводы вентиляторов такого подполья требуется не более 300 Вт.

О герметичности низкотемпературных камер и влиянии этого параметра на энергопотребление холодильного склада

При строительстве холодильных складов важно не допускать попадания влажного воздуха внутрь холодильной камеры. Воздух из окружающего пространства может попадать внутрь, если камера сделана недостаточно качественно в части герметичности. В таком случае, при снижении t° в камере, в ней возникает небольшое разрежение воздуха и теплый наружный воздух через неплотности проникает внутрь камеры, конденсируется, образуя иней и лед на внутренних элементах. Это приводит к потерям холодопроизводительности склада, а иногда и к преждевременному ремонту холодильного оборудования. Поэтому важной задачей при строительстве холодильных складов является грамотная пароизоляция внутреннего объема камеры.

Для сохранения работоспособности низкотемпературной камеры на протяжении всего срока эксплуатации холодильного склада качественно загерметизированные стеновые и потолочные панели должны выдерживать температурные деформации теплоизолированных панелей, возникающие в процессе выхода холодильного склада на рабочий режим при низких t° в камере. Тепловая изоляция должна выдерживать температурные деформации панелей без разрушений или отслоений от несущего каркаса при достижении в камере низких рабочих t°.





Поэтому при строительстве необходимо приобретать сэндвич-панели и холодильные двери у известных своей надежностью производителей. Угловые и продольные стыки теплоизоляционных панелей необходимо герметизировать в точном соответствии с рекомендациями производителей.

О клапанах выравнивания давления

При строительстве низкотемпературных холодильных камер нельзя забывать о клапанах выравнивания давления, правильный выбор и монтаж которых позволяет избежать деформаций теплоизоляционных панелей при выходе камер на рабочий режим с низкими t° . Такие деформации возникают при захолаживании камеры, когда t° , и, соответственно, давление воздуха внутри камеры снижаются так быстро, что возникает перепад давления снаружи и внутри камеры. Этот перепад давления создает значительные изгибающие нагрузки на теплоизоляционные панели потолка и стен, от которых панели в лучшем случае теряют герметичность в местах соединений с другими панелями, в худшем случае холодильная камера может разрушиться. Через правильно установленные клапаны выравнивания давления воздух из окружающего пространства поступает внутрь холодильной камеры во время выхода ее на заданный низкотемпературный режим, после чего они автоматически закрываются и воздухообмен прекращается. Во избежание обмерзания этих клапанов их необходимо заказывать с электроподогревом.

О снижении притоков тепла и влаги внутрь холодильных камер

Если холодильная камера собрана правильно — ее стены остаются непреступными для поступления влажного воздуха внутрь камеры. Поэтому наружный воздух может поступать внутрь холодильной камеры в основном через дверной проем в периоды загрузки и разгрузки продукции, когда дверь в холодильную камеру остается открытой. Для снижения притока теплого и влажного воздуха используют как простые решения, такие, как установка дополнительных пластиковых тепловых завес, качающихся пластиковых дверей, а также более дорогое, но технологичное решение — установка мягких ско-

ростных ворот. Эти устройства уменьшают поступление воздуха в процессе открывания основных откатных или распашных холодильных ворот. Более дорогостоящее решение этой проблемы — строительство низкотемпературных холодильных камер с переходными тамбурами загрузки-разгрузки, через которые товар поступает в основную камеру. t° воздуха в тамбурах поддерживается на $15-20^{\circ}\text{C}$ ниже t° в основной камере. Кроме того, в тамбуре кроме заданной t° поддерживается низкая относительная влажность воздуха.

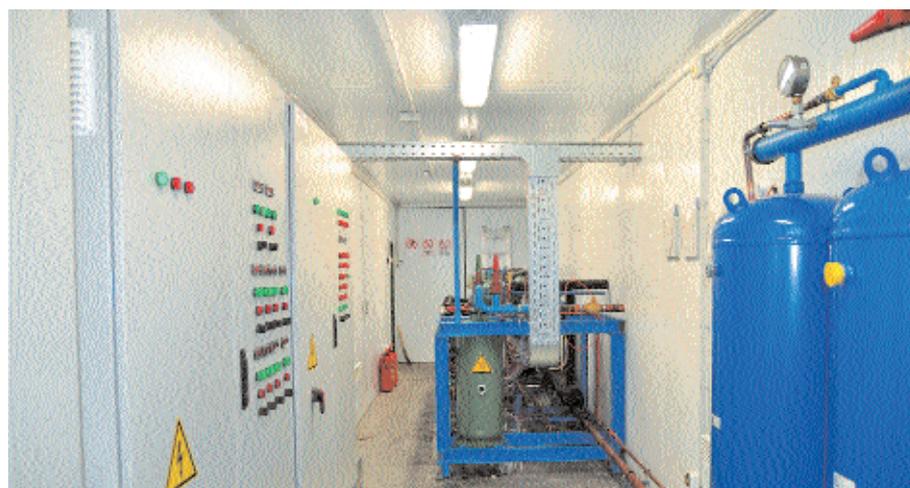
О контейнерных холодильных установках

Важным моментом в проектировании и строительстве холодильных складов является правильная реализация машинного отделения. Это отделение должно иметь достаточно места для размещения холодильного оборудования и быть удобным для его обслуживания и ремонта. Машинное отделение должно быть хорошо звукоизолировано от соседних помещений, а также для него должна быть правильно рассчитана кратность вентиляции. В нем необходимо предусмотреть ворота для доставки тяжелых запасных частей холодильной установки, например, компрессоров. В последние годы девелоперские компании, сооружающие крупнотоннажные склады с холо-

дильными камерами, требуют у фирм-подрядчиков, поставляющих и монтирующих холодильное оборудование, чтобы холодоснабжение их объектов осуществлялось контейнерными холодильными установками. Это связано как с экономией полезных площадей складов, так и удобством обслуживания контейнерных холодильных установок, вынесенных за пределы здания склада.

Каждое машинное отделение контейнерного типа должно отвечать требованиям безопасности действующих нормативных документов и не превышать стандартные транспортные габариты. Наш опыт работы на крупных распределительных холодильных терминалах, показал, что для таких объектов использование 40-футовых контейнеров является наиболее оптимальным решением для размещения холодильных станций. Стенки, полы и потолок каждого контейнерного машинного отделения теплоизолируют негорючими материалами, не впитывающими влагу, в соответствии с требованиями к пожарной безопасности. Это необходимо как для утепления контейнера, так и для его звукоизоляции.

Перед началом работ по монтажу холодильного оборудования внутри контейнера необходимо установить конвекторы отопления, смонтировать приточно-вытяжную вентиляцию и систему освещения. Конденсаторы для



контейнерной холодильной машины с точки зрения обслуживания и ремонта лучше разместить на крыше контейнера, при этом для конденсатора необходимо изготовить опорную раму, которую затем нужно жестко связать с крышей контейнера. Теплоизолированные участки трубопроводов системы холодоснабжения, проходящие по улице, должны быть закрыты защитным кожухом, устойчивым к воздействию неблагоприятных погодных условий. Электрические кабели в машинном отделении лучше использовать с медными жилами, при этом изоляция кабелей не должна поддерживать горение.

Там, где кабели подвергаются вибрации, необходимо использовать медные многожильные кабели. Внутри машинного отделения и на поверхности стен и других несущих конструкциях прокладку кабелей необходимо осуществлять с использованием перфорированных оцинкованных электротехнических лотков и жестких ПВХ труб.

Об установке воздухоохладителей в крупнотоннажных холодильных камерах

Размеры и геометрия крупнотоннажных камер, а также количество загружаемой продукции и оборудование для погрузочно-разгрузочных работ часто определяют конструкцию и внутреннее обустройство склада. Автоматизация этих работ в процессе эксплуатации склада потребует установки многоярусных стеллажей, обеспечения проходов между ними для кранов-штабелеров, а также, возможно, и подающих конвейеров. А это, в свою очередь, накладывает определенные требования на организацию воздушных потоков, обеспечивающих равномерность t° воздуха по всему объему холодильного склада.

Большинство таких холодильных складов имеют высоту потолка 13-14 м. При такой высоте склада вентиляционные воздухоохладители желательно монтировать как можно ближе к потолку рядом с высотными эстакадами. Такие эстакады обеспечивают легкий доступ к воздухоохладителям через крышу для их обслуживания и позволяют увеличивать высоту пристеночных стеллажей.

Нашей компанией для систем холодоснабжения холодильных камер уже более 20 лет используются воздухоох-



ладители итальянской фирмы CROCCO как с системой оттаивания встроенными электронагревателями, так и с системой оттаивания горячими парами хладагента. Воздухоохладители устанавливаются, как правило, в проходах между стеллажами, причем при выборе воздухоохладителя необходимо учитывать дальность распространения воздушной струи воздухоохладителя.

Обычно воздухоохладители объединяют в группы в соответствии охлаждаемыми объемами (например, по камерам) и каждая группа воздухоохладителей имеет индивидуальный шкаф управления. Для магистралей слива конденсата из поддонов воздухоохладителей необходимо предусмотреть систему обогрева сливных труб отвода конденсата.

О системе диспетчеризации и дистанционного мониторинга

Системы диспетчеризации и мониторинга для холодильных складов наша компания выполняет на блоках управления известных европейских фирм Danfoss, Carel, Dixell, а также на базе освоенной нашей фирмой системы SCAD, позволяющей создать систему мониторинга под любые задачи клиента. Шкафы управления холодильными центральными и воздухоохладителями, изготовленные нашей фирмой, имеют степень защиты не менее IP54 и полную информативность по всем основным процессам в системе холодоснабжения, а также состояния холодильной камеры со световой индикацией каждого процесса. Все электри-

ческие компоненты, провода и кабели должны маркироваться в соответствии с электрической схемой управления холодильной установкой.

На одном из последних распределительных складов по желанию заказчика система мониторинга и диспетчеризации была выполнена на основе системы AdapCool (Danfoss) серии AK-SM 850 (бездисплейная версия). В машинных отделениях обеспечена связь (например, с помощью протокола Modbus) от контроллеров в шкафах управления к центральному контроллеру и АРМ в диспетчерской. Предусмотрено также контроль и управление работой системы подогрева пола утилизированным теплом с выдачей сигналов в систему мониторинга: температур теплоносителя в жидкостной системе подогрева полов, аварийное повышение и понижение давления в системе, режим работы насосов.

Перед сдачей объекта было подготовлено графическое изображение объекта (план холодильных камер, машинное отделение и т.п.), установлен персональный компьютер в кабинете службы эксплуатации, настроена визуализация и обращение к блоку мониторинга по каналам линии связи RS 485, MUDBUS, LON. Для реализации удаленного мониторинга (например, передача аварийных сообщений) внешний мониторинговый компьютер имеет постоянное подключение к локальной сети и статичный IP адрес в этой локальной сети. Для работы используется один из стандартных браузеров. В блоке мониторинга настроен сбор записей по сле-

дующим параметрам: давление кипения, давление конденсации, t° окружающей среды, t° в охлаждаемом объеме, статус реле оттаивания воздухоохладителей, значения счетчиков электроэнергии, статус реле компрессоров. Срок хранения данных 365 дней.

Наибольшее количество энергосберегающих решений было реализовано при проектировании и изготовлении низкотемпературного (-55°C) складского комплекса для компании PNK Group.

ГК «Фригодизайн» удалось реализовать многие энергосберегающие решения при проектировании и строительстве низкотемпературного холодильного комплекса в одном из районов Подмосквья. Нам предстояло возвести низкотемпературную морозильную камеру объемом 900 м³ с t° -55°C и три промежуточных погрузочно-разгрузочных тамбура. Весь низкотемпературный комплекс был построен с вентилируемым подпольем, что исключило большие затраты электроэнергии на подогрев основания пола камеры. Для охлаждения основной низкотемпературной камеры (-55°C) и проходных тамбуров использован энергосберегающий каскадный агрегат производства ГК «Фригодизайн», в котором использован целый ряд энергосберегающих технических решений, в том числе запатентованных. В части снижения теплопритоков и поступления влажного воздуха из окружающего пространства были построены пере-

ходные тамбуры, представляющие собой смежные холодильные камеры, через которые груз попадает в основную камеру хранения. В одном из тамбуров, непосредственно связанном через откатные и мягкие скоростные ворота Dupasco с низкотемпературной морозильной камерой, температура воздуха поддерживается на уровне -20°C, в двух других (в погрузочном тамбуре и разгрузочном тамбуре) — t° воздуха поддерживается на уровне +4°C с осушкой воздуха. Осушка воздуха для снижения влажности в тамбурах производится отдельной энергосберегающей холодильной машиной, использующей бросовое тепло холодильной установки. Это техническое решение одновременно повышает энергоэффективность каскадного агрегата.

Для этого объекта разработана и смонтирована система мониторинга и диспетчеризации, позволяющая дистанционно контролировать t° и влажность внутри холодильной камеры и в погрузочно-разгрузочных тамбурах, частоту и время открытия дверей, ворот в саму камеру и в тамбуры, что позволяет контролировать интенсивность погрузочно-разгрузочных работ. На начальном периоде эксплуатации данного объекта, расположенного в г.Чехове МО, специалисты нашей компании через интернет периодически контролировали основные технические параметры, а именно значения t° и влажности в камере и тамбурах, а также параметры работы холодильной установки. Это поз-

волило следить за работой холодильного комплекса прямо из офиса нашей компании в Москве, своевременно выдавая рекомендации по его эксплуатации специалистам PNK Group, постоянно присутствующим на объекте в области.

Данную схему удаленного контроля за параметрами системы холодоснабжения наша фирма внедрила также на крупном складском комплексе хранения фармацевтических препаратов в г.Одинцово, на всех указанных ниже объектах и многих испытательных климатических камерах, изготовленных компанией «Фригодизайн».

Примером долгосрочного сотрудничества по оснащению промышленных холодильных камер системами холодоснабжения и вентиляции может служить наше сотрудничество с девелоперской компанией PNK Group, по техническим заданиям которой нашей компанией были изготовлены и смонтированы энергосберегающие системы холодоснабжения на следующих крупных объектах этого заказчика:

- складской логистический комплекс «Логопарк Кольцевая-Восток» с суммарным объемом холодильных камер 89 000 м³ в пос. Косулино под Екатеринбургом;

- складской комплекс «PNK-Толмачево» в Новосибирской обл. суммарным объемом 32 000 м³;

- мультитемпературный логистический комплекс «Логопарк-Волга» в Самарской обл. с суммарным объемом холодильных камер 116 000 м³ и производительностью системы 1,0 МВт;

- мультитемпературный логистический комплекс «PNK Лешино», МО, Чеховский р-н с суммарным объемом холодильных камер 170 000 м³ и производительностью системы холодоснабжения 1,6 МВт;

- складской комплекс промышленных холодильных складов в г.Новосибирске объемом свыше 116 000 м³.

Наши специалисты постоянно работают над повышением энергоэффективности и технологичности создаваемых систем холодоснабжения. Многие технические решения защищены патентами на изобретения и полезные модели.



ФРИГОДИЗАЙН

www.frigodesign.ru

**Энергосберегающее
холодильное оборудование**
129345 г. Москва, ул. Осташковская, д.14
т./ф.: +7 (495) 787-26-63
e-mail: post@frigodesign.ru