

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Сооружения и оборудование для хранения продукции животноводства

Направление подготовки 36.03.02 Зоотехния

Профиль подготовки Технология производства продуктов животноводства

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Конспект лекций**
 - 1.1 Лекция № Л 1 Холодильное хранение продукции животноводства
 - 1.2 Лекция № Л 2 Сооружения для хранения продукции животноводства
 - 1.3 Лекция № Л 3 Проектирование холодильников
- 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ**
 - 2.1 Лабораторная работа № ЛР 1 Физические принципы получения холода и термодинамические основы работы холодильных машин
 - 2.2 Лабораторная работа № ЛР 2 Льдотехника
 - 2.3 Лабораторная работа № ЛР 3 Охлаждающие среды

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа)

Тема: Холодильное хранение продукции животноводства

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Холодильная обработка продуктов
2. Условия хранения продуктов
3. Отопление и размораживание продуктов

1.1.2 Краткое содержание вопросов

1. Холодильная обработка продуктов

Сохранение пищевых продуктов основано на способности микроорганизмов реагировать на воздействие физических, химических и биологических факторов. Изменяя условия среды и оказывая то или иное воздействие на продукт, можно регулировать состав и активность его микрофлоры.

Способы консервирования подразделяют на: физические, физико-химические, химические, биохимические и комбинированные.

1. Физические способы - использование высоких и низких температур, а также ионизирующих излучений, ультрафиолетовых лучей, ультразвука и фильтрации.

2. Физико-химические способы - сушка, соление и использование сахара.

3. Химические способы основаны на применении химических веществ, безвредных для человека и не изменяющих вкус, цвет и запах продукта. В России в качестве консервантов разрешены следующие химические препараты: этиловый спирт, уксусная, сернистая, бензойная, сорбиновая кислоты и некоторые их соли, борная кислота, уротропин, отдельные - антибиотики, озон, углекислый газ и ряд других.

4. Биохимические способы консервирования основаны на подавляющем действии молочной кислоты, образующейся в результате сбраживания сахаров продукта молочнокислыми бактериями.

5. Комбинированные способы - дымное и бездымное копчение, а также некоторые другие, основанные на использовании нескольких видов консервантов одновременно.

Микроорганизмы и ферменты вызывают разложение белков, гидролиз жиров, глубокие превращения углеводов и другие изменения. Поэтому основная задача консервирования пищевых продуктов сводится к ограничению или устранению разрушительного действия микроорганизмов и тканевых ферментов.

При этом внешнее воздействие на биологические факторы порчи может иметь различные формы - биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз.

Биоз - поддержание жизненных процессов в продуктах, т.е. использование их иммунитета. На этом принципе основано хранение плодов и овощей, живой рыбы, предубойное содержание скота и птицы.

Анабиоз - замедление, подавление жизнедеятельности микроорганизмов и активности тканевых ферментов при помощи холодильной обработки и хранения, сушения и вяления, маринования, консервирования в сахарном сиропе и т.д.

Ценоанабиоз - подавление вредной микрофлоры за счет создания условий для жизнедеятельности полезной микрофлоры, способствующей сохранению продуктов (квашение, молочнокислое и спиртовое брожение при производстве и хранении кисломолочных продуктов).

Абиоз - прекращение всякой жизнедеятельности, в том числе и микроорганизмов, в продуктах (высокотемпературная обработка, применение лучистой энергии, токов высокой и сверхвысокой частот, антибиотиков, антисептиков и др.).

В зависимости от решаемых задач продукты подвергаются разной глубине холодильной обработки (охлаждение, переохлаждение, подмораживание, замораживание, домораживание), а для восстановления натуральных свойств к ним подводят теплоту (отопление, размораживание).

Охлаждением продуктов называется процесс отвода теплоты от них с понижением их температуры не ниже криоскопической. На практике все более широко применяют предварительное охлаждение, предшествующее любому последующему этапу технологического цикла обработки холодом и существенно снижающее потери при хранении.

Переохлаждение - это состояние продукта, вызванное понижением его температуры ниже криоскопической без возникновения кристаллов влаги. Оно бывает устойчивым или неустойчивым в зависимости от теплофизических свойств продукта и температурных режимов окружающей среды.

Подмораживание - процесс, сопровождающийся частичной кристаллизацией влаги в поверхностном слое, основная масса продукта находится в переохлажденном состоянии. Продолжительность хранения продуктов в подмороженном виде увеличивается в 2-2,5 раза по сравнению с охлажденными.

Замораживание - отвод теплоты от продуктов с понижением температуры ниже криоскопической при кристаллизации большей части воды, содержащейся в продуктах. Это предопределяет их сохранность при длительном холодильном хранении.

Домораживание - понижение температуры до заданного уровня при отводе теплоты от частично замороженного продукта.

Отепление - подвод теплоты к охлажденным продуктам с повышением их температуры до температуры окружающей среды или несколько ниже.

Размораживание - подвод теплоты к продуктам в целях декристаллизации содержащегося в них льда. В конце процесса температура в толще продукта составляет 0°C и выше, кристаллы льда плавятся, ткани поглощают влагу. Цель размораживания - максимальное поглощение влаги тканями и полное восстановление первоначальных свойств продуктов.

Продолжительность холодильной обработки исчисляется минутами, часами, иногда сутками и влияет на качество и сохранность продуктов при последующем холодильном хранении.

Холодильное хранение - это хранение продуктов после холодильной обработки при заданном режиме в камере.

Под режимом холодильной обработки и хранения понимают совокупность параметров и условий, влияющих на качество продуктов (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, состав среды, укладка, продолжительность процесса).

2. Условия хранения продуктов

Существуют общие принципы выбора режимов хранения охлажденных и замороженных продуктов и некоторые требования к холодильным сооружениям и системам охлаждения камер хранения, вытекающие из этих принципов.

Во-первых, строгое постоянство и равномерность поля режимных параметров, поддержание оптимальных режимов постоянными во всем объеме холодильных камер в течение всего времени хранения. Если меняются какие-либо внешние условия, воздействующие на режимные параметры в камере, то их необходимо компенсировать таким образом, чтобы режим не нарушался. Полностью соблюдать этот принцип невозможно, поэтому стремятся к тому, чтобы отклонения от заданного режима были минимальны. В наибольшей степени этого можно добиться при совершенной теплоизоляции и автоматическом регулировании работы охлаждающих устройств.

Во-вторых, сокращение всякого рода теплопритоков в камеры хранения. Это внешние теплопритоки, которые уменьшаются, когда надежна теплоизоляция камеры, и внутренние, которые могут образовываться при внесении теплого груза, открывании дверей и вследствие других причин подобного рода. Теплопритоки нарушают температурный режим, могут влиять на величину относительной влажности, создают неравномерность поля режимных параметров.

Общими обязательными условиями хранения скоропортящегося продукта независимо от того, как долго он будет находиться в холодильнике, являются следующие:

доброкачественность продуктов, поступающих на хранение (холод только замедляет или приостанавливает развитие микроорганизмов);

содержание камер в чистоте; необходимо возможно чаще проводить дезинфекцию холодильных камер и тщательную их уборку;

поддержание в холодильных камерах необходимых температур, относительной влажности, скорости циркуляции воздуха и его вентиляции;

правильное размещение и укладка скоропортящихся продуктов при холодильном хранении;

строгое соблюдение принципов товарного соседства.

Перед размещением и укладкой продуктов ветеринарная служба холодильника, которую возглавляет главный (старший) ветеринарный врач, осуществляет ветеринарно-санитарную экспертизу продуктов животного происхождения.

Работники ветеринарной службы имеют право не допускать на хранение недоброкачественные продукты, требовать срочной реализации продуктов, срок хранения которых истек, запрещать погрузку пищевых продуктов на транспорт, не отвечающий санитарным требованиям.

Санитарный контроль на холодильнике осуществляет ведомственная санитарная служба. Санитарный врач имеет право не принимать на хранение недоброкачественное сырье и запретить

выпуск с холодильника непригодных в пищу продуктов. Указания санитарного врача по вопросам санитарно-гигиенического режима обязательны для работников холодильника.

В зависимости от вида продукта охлаждаемые помещения подразделяют на камеры хранения мяса, масла, яиц, жира, субпродуктов, колбас и т.д.

Совместное хранение продуктов в одной камере допускается только при крайней необходимости (например, при угрозе порчи продуктов, принятых холодильником и находящихся вне холодильных камер, при недостатке холодильной площади и маневрировании в целях более полного использования холодильной площади). При этом хранить в одной камере можно только продукты, для которых требуется одинаковый температурно-влажностный режим. Для совместного хранения неупакованных мороженных продуктов следует использовать камеры с температурой воздуха не выше -15°C . При более высокой температуре запахи, присущие продуктам, становятся интенсивнее и легче передаются от одного продукта другому. Продукты с более высокой температурой подлежат перед закладкой на совместное хранение домораживанию в камерах замораживания. Домораживание в камерах совместного хранения не допускается.

Не разрешается совместное с другими продуктами хранение колбасных изделий и мясокопченостей, сыров всех видов, фруктов и овощей (свежих и замороженных), дрожжей хлебопекарных.

Продукты поступают на холодильное хранение в охлажденном, замороженном и подмороженном состоянии со средней конечной температурой, равной температуре хранения. Продукты, прибывшие на холодильник с температурой в толще выше установленной, направляют на доохлаждение и домораживание.

Технологическими инструкциями допускается загрузка и отепленных продуктов, но при этом суточное поступление груза ограничивается в камеры хранения грузовой вместимостью до 200 т 8 % вместимости, более 200 т - 6% вместимости.

В холодильной технологии хранения продуктов различают три основных режима: для охлажденных, подмороженных и замороженных продуктов. Общие принципы хранения - это обобщение технологии хранения различных по свойствам продуктов.

Охлажденные продукты хранят при температуре воздуха на $0,5-2^{\circ}\text{C}$ выше криоскопической, относительной влажности 85-90 %; скорости движения воздуха 0,1-0,2 м/с. В зависимости от вида, характера и наличия упаковки их укладывают неполными штабелями (с учетом нагрузки на 1 м^2 камеры) с прокладкой реек между рядами, подвешивают на крючьях подвесных путей или раскладывают на стеллажах с таким расчетом, чтобы воздух свободно циркулировал вокруг них.

Подмороженные продукты хранят при температуре воздуха на $1-2^{\circ}\text{C}$ ниже криоскопической, относительной влажности 92-95 % и скорости движения воздуха 0,1-0,2 м/с. Подмороженные мясо, рыбу и птицу хранят в два-три раза дольше, чем охлажденные.

Режим хранения мороженных продуктов устанавливают в зависимости от их вида, упаковки, требуемого срока хранения. Согласно рекомендации Международного института холода замороженные продукты следует хранить при температуре не выше -18°C и относительной влажности воздуха 100%. Замороженные продукты укладывают плотными рядами, чтобы исключить циркуляцию воздуха внутри штабеля. Камеры хранения загружают однородными продуктами или с одинаковым режимом (желательно и сроком) хранения.

Многие проблемы решаются на современных автоматизированных, роботизированных холодильниках при хранении упакованных и фасованных продуктов в контейнерах, в пакетах, на полетах.

3. Отопление и размораживание продуктов

Отопление и размораживание – заключительные операции в непрерывной холодильной цепи, осуществляемых непосредственно перед выпуском пищевых продуктов в розничную продажу, перед промышленной переработкой или перед кулинарной обработкой.

Цель этих операций – привести продукт в состояние удобное для дальнейшего использования и возможно более близкое к состоянию, свойственному натуральному продукту высокого качества перед холодильной обработкой и хранением.

Т.е. можно сказать, что идеальным результатом холодильной обработки и хранения можно рассматривать абсолютное восстановление первоначальных свойств продукта. Как следствие такого представления в холодильную технологию проник термин, заимствованный из термодинамики, – «обратимость».

Употребление этого термина в холодильной технологии имеет смысл, когда говорят об обратимости процессов так же, как в термодинамике. Однако разумный смысл термина утрачивает-

ся, когда его применяют к продукту, системе или веществу (например, обратимая или необратимая коллоидная система, обратимый или необратимый белок). Дело в том, что объект воздействия сам по себе не может квалифицироваться как обратимый или необратимый вне вопроса о природе воздействия и его интенсивности. Как по отношению к каждому сложному объекту могут быть названы воздействия, последствия которых могут быть полностью ликвидированы или не поддаются ликвидации, так и по отношению к любому данному умеренному воздействию могут быть подобраны объекты, в разной степени стойкие и в разной степени способные восстановить первоначальные свойства в каких-либо условиях в дальнейшем.

В отличие от термодинамического смысла понятия обратимости в холодильной технологии интересуется только восстановлением свойств продукта, не оценивая изменений состояния агентов, действовавших на продукт, каковы бы они не были.

Даже с такой оговоркой в холодильной технологии нет нужды стремиться к полной обратимости всех воздействий на продукт и происшедших в нем изменений. Совершенно достаточно, если восстановятся его внешний вид и совокупность пищевкусковых достоинств; тем лучше, если эти достоинства возрастут, как, например, при так называемом созревании мяса во время его охлаждения и последующего хранения.

Как уже говорилось в начале, в полной мере такие результаты не достигаются, но чем ближе к ним удастся приблизиться, тем более совершенными признаются холодильная обработка, хранение и отепление или размораживание продукта.

При отеплении или размораживании проявляется технологическая обратимость всей совокупности операций и процессов, составляющих непрерывную холодильную цепь, а сама эта заключительная операция, будучи важной как составная часть цепи, все же не может считаться решающей для достижения наилучшего конечного эффекта.

В промышленной практике организованное и регулируемое отепление или размораживание осуществляют обычно при работе с большими партиями однородных продуктов или при необходимости систематической подачи продукта для производственных нужд. Последнее типично, например, при использовании замороженного мяса в колбасном производстве, мороженой рыбы в консервном производстве и в других случаях. Мясо и рыбу часто размораживают также на предприятиях общественного питания, но к регулируемому отеплению продуктов здесь прибегают реже.

В целом же регулируемое отепление и размораживание в практике холодильной технологии занимает несколько более скромное место, чем начальные процессы холодильной обработки – охлаждение и замораживание. Скорее всего, именно поэтому технология отепления и размораживания пищевых продуктов разработана не столь полно, этим процессам посвящено относительно меньшее число исследований и не очень многочисленны технические средства, предложенные и используемые для отепления и размораживания.

Так как отепленные и размороженные продукты предназначаются для немедленного использования, но отнюдь не для дальнейшего хранения, то нередко по чисто оперативным причинам стремятся к наибольшей скорости и простоте выполнения этих заключительных операций холодильной цепи. Признавая обоснованность такого стремления, все же нужно подчеркнуть, что оно никак не должно быть доминирующим по отношению к качеству продукта.

При выборе технологии отепления и размораживания, как и технологии всех остальных операций, составляющих непрерывную холодильную цепь, следует исходить из требований к качеству продукта.

Отеплением охлажденных продуктов называют процесс повышения температуры до предела, при котором исключается конденсация влаги на их поверхности в период транспортировки и реализации.

Отепление важно для таких продуктов, как яйца, фрукты, овощи, некоторые молочные и гастрономические продукты, баночные консервы и др.

Некоторые продукты не нуждаются в отеплении. К ним относятся, например, сливочное масло, сметана, творог, соленые рыбные товары и др. Конденсирующаяся на поверхности влага не причиняет им вреда. Практически редко прибегают к отеплению и охлажденных мясopодуктов.

Процесс отепления осуществляется за счет постепенного повышения температуры окружающего воздуха с учетом соотношения его температуры и влажности: точка росы воздуха должна быть все время ниже температуры поверхности продуктов.

Отепление производят в камерах, оборудованных установками или устройствами для кондиционирования воздуха. Такие камеры называют дефростерами.

Кондиционирование обеспечивается последовательно включенными воздухоохладителем и калорифером. Воздух из камеры отопления при помощи вентилятора поступает в воздухоохладитель, где охлаждается и подсушивается до необходимых пределов. Затем он переходит в калорифер, где нагревается при постоянном влагосодержании, и затем поступает в камеру отопления. Здесь воздух отдает тепло продукту, повышая его температуру, а сам охлаждается и несколько увлажняется. Тепло, подводимое к продукту при отоплении его воздухом, расходуется не только на нагревание продукта, но и на испарение влаги с его поверхности.

Чтобы уменьшить усушку продуктов при отоплении, устанавливают максимально возможную относительную влажность теплового воздуха, подаваемого в камеру. Однако чтобы продукт не увлажняется, ее поддерживают на уровне 80%.

Температуру продукта при отоплении повышают постепенно. Соответственно и повышают температуру воздуха в дефростере, регулируя ее таким образом, чтобы она все время была на 2–3°C выше температуры продукта. При этом регулируется и относительная влажность подаваемого воздуха.

Конечная температура, до которой надлежит отеплять продукты, зависит от температуры и влажности наружного воздуха. Если воздух очень влажный, конечная температура отопления должна быть на 2–3°C ниже его температуры, а если достаточно сухой ($\psi \approx 40\text{--}45\%$), то эта разница должна составлять 4–5°C.

Для равномерного отепления продукта в камере постоянно изменяют направление движения воздуха с помощью шиберов, установленных по основным прямым каналам или соединительным перемычкам. При этом подача воздуха и удаление его из камеры отопления происходит попеременно из двух каналов.

Продолжительность отепления зависит от размеров продукта, вида тары, их теплофизических свойств, температуры и скорости движения воздуха, температуре продукта в начале и в конце процесса. Отопление продуктов происходит обычно продолжается от 1 до 2 суток.

В период отепления ускоряются химические и биологические процессы, в продуктах происходит дальнейший распад сложных органических соединений на более простые, увеличивается микробиологическая обсемененность, имеет место потеря влаги.

Техника отепления различных продуктов в основном одинакова. Продукты размещают, чтобы была обеспечена свободная циркуляция воздуха. Совместные отепления продуктов с резкими специфическими запахами и другими продуктами недопустимо.

Чтобы задержать развитие микроорганизмов в период отепления, применяют бактерицидное облучение ультрафиолетовыми лучами или озонируют циркулирующий воздух.

Размораживание пищевых продуктов – это технологический процесс превращения содержащейся в ней воды из твердого состояния в жидкое и возможное восстановление их естественных свойств. Размораживание, как и отепление, является заключительным звеном холодильной цепи.

При размораживании необходимо чтобы пищевые продукты сохранили первоначальные свойства с наименьшими потерями качества и количества.

Термин «размораживание» иногда заменяют терминами «оттаивание», или «дефростация», что не совсем правильно. Дефростацией (defrostation) обычно называют удаление льда и снега тепловым способом с холодильных поверхностей. Оттаиванием (thawing) называют нагревание замороженных продуктов.

При замораживании и холодильном хранении происходит перемещение воды из клеток в межклеточные и межволоконные пространства. В период размораживания образующаяся при таянии льда вода должна перемещаться в волокна и клетки ткани. Поэтому при размораживании очень важно создать условия и режим для наиболее полного восстановления исходного распределения влаги между клетками и межклеточного пространства. Нарушение его приводит к вытеканию сока из продукта, потере питательных и вкусовых свойств, изменению консистенции и цвета. Вытекание сока при размораживании может происходить в результате повреждения тканей, клеток и волокон кристаллами льда, вследствие чего их способность удерживать влагу резко снижается; частичной потери способности клеточных белков к набуханию; биохимических изменений в тканях, которые приводят к изменению реакции среды, структуры ткани, частичному распаду сложных веществ до более простых, имеющих меньшую способность к поглощению влаги. Эти изменения являются следствием специфических свойств самих продуктов и несовершенства спо-

собою замораживания и хранения, которые, в конечном счете, препятствуют полному восстановлению первоначальных свойств продуктов. Медленное замораживание при относительно высокой температуре ($-6 \div 8^{\circ}\text{C}$) и образование крупнокристаллической структуры льда, способной повредить ткань, могут явиться причиной потерь сока (до 11-12% к начальному весу продукта). Продолжительное хранение при неблагоприятных условиях приводят к потерям сока при размораживании до 15 – 16 %.

В период размораживания биохимические реакции в животной и растительной тканях усиливаются в сторону гидролитических реакций, что также ухудшает гидрофильность ткани и способствует вытеканию сока.

Размораживают продукты перед их употреблением или переработкой. Целесообразнее производить размораживание не на холодильнике, где хранились продукты, а непосредственно на перерабатывающем предприятии или на предприятии общественного питания.

Размораживать продукты перед отправкой их в торговую сеть не рекомендуется, так как они становятся менее стойкими, при дальнейшем хранении быстро теряют свой натуральный вид и подвергаются порче. Не следует размораживать также полузамороженные плоды в виде компотов и фруктовых смесей.

Пищевые продукты можно размораживать **двумя методами**, принципиально отличающимися по способу подвода тепла:

- подвод тепла к поверхности продукта от более нагретой внешней среды;
- одновременное нагревание продукта по всему объему в электрическом поле высокой частоты.

Теплоносителями или источниками тепла при этом являются воздух, паровоздушная среда, жидкость (вода, рассол), электрический ток высокой частоты, инфракрасные лучи и ультразвук.

Размораживание путем теплообмена с внешней средой может быть:

- медленным – в воздухе при температуре $0-4^{\circ}\text{C}$;
- быстрым – в воздухе при $15-20^{\circ}\text{C}$ в паровоздушной среде при $25-40^{\circ}\text{C}$;
- орошением водой при температуре $4-20^{\circ}\text{C}$;
- погружением в воду при температуре $4-20^{\circ}\text{C}$;
- в мелкодробленом льду при температуре $0-1^{\circ}\text{C}$;
- на горячей металлической поверхности при температуре $180-200^{\circ}\text{C}$;
- диэлектрическим (объемным) нагревом – в электрическом поле высокой частоты.

Одним из основных показателей при выборе способа размораживания является качество полученного продукта и влияние на него среды.

Воздушную среду целесообразно применять для размораживания измельченных продуктов; электрическое поле высокой частоты – для кулинарных изделий; горячую металлическую поверхность – для полуфабрикатов; воду – для размораживания рыбы, птицы, плодов; паровоздушную среду – для мяса.

При размораживании в воздухе продукты размещают в специальных помещениях (дефростерные) оборудованных кондиционерами или калориферами. Продукты в таре укладывают штабелями в шахматном порядке, прокладывая рейки между рядами. Неупакованные продукты развешивают на подвесных путях или размещают на стеллажах. Температуру циркулирующего воздуха постепенно увеличивают, поддерживая ее постоянно на $5-6^{\circ}\text{C}$ выше температуры размораживаемого продукта. Процесс заканчивают, когда в толще продукта температура становится равной нулю.

При размораживании в паровоздушной среде помещение дополнительно оборудуют паропроводами. Размораживание продуктов орошением водой в зависимости от их вида можно производить в специальных помещениях или аппаратах оборудованных душевым устройством.

Циркуляцию воды осуществляют насосом через фильтры обезвреживающие устройства охладители или нагреватели. Отработанную воду сменяют по мере ее загрязнения.

Для мяса и мясопродуктов промышленное применение получили лишь способы размораживания в воздухе и паровоздушной среде. Наиболее перспективным является метод размораживания мяса воздушным душированием. При этом методе за счет интенсификации процесса лучше сохраняется естественный цвет мяса, значительно снижается микробная обсемененность поверхности мяса, что увеличивает его стойкость; быстро образуется корочка, препятствующая излишнему обводнению мяса; прочно связывается внутримышечная влага, что значительно сокращает потери сока при обвалке мяса.

Для воздушного душирования дефростерные камеры оборудуют душирующими каналами которые выполняют многоугольной формы и располагают между нитками подвесных путей. Диаметр сопла принимают 40–50 мм.

На каждом метре длины душирующего канала размещены по 6 сопел в шахматном порядке. Начальная скорость выхода воздуха из сопел 10 м/с. Скорость движения воздуха в зоне бедра полу туш 1,5–2 м/с, у Пашин 1,0 м/с и около лопаток 0,7 м/с.

В воде размораживают рыбу, яичный меланж, иногда мясо и битую потрошеную птицу, если эти продукты предназначены для немедленной кулинарной обработки. Размораживаемый продукт погружают в воду или орошают ею. Орошение дают лучшие результаты, чем погружение.

Преимущество размораживания в воде в том, что сокращается продолжительность процесса и исключается потеря массы вследствие испарения влаги. Правда потеря мышечного сока, хотя и небольшого количества все же происходит.

Для размораживания в воде погружным способом в помещении устанавливают резервуары, к которым подводят трубопроводы с охлаждаемой или подогреваемой водой. Продукты погружают в резервуар в сетчатых корзинах или при помощи конвейера.

В кулинарной практике размораживание производят одновременно с тепловой обработкой, например, варкой в воде или на пару, с жарением на сковороде, в кипящем масле для использования полностью подготовленных замороженных вторых блюд, мясных и рыбных полуфабрикатов, овощных смесей для супов и гарниров. Потери питательных веществ в данном случае исключаются, а продолжительность размораживания минимальная.

Известен еще способ *вакуумного размораживания* продуктов. Замороженный продукт помещают в контейнер, в котором создан вакуум. Внутри контейнера, установлен сосуд с водой. В условиях вода быстро испаряется, и ее пары конденсируются на холодной поверхности продукта. При этом пары отдают продукту свою скрытую теплоту конденсации, в результате чего продукт оттаивает. Этот метод относится к методам поверхностного нагревания, когда энергия для оттаивания поступает от поверхности продукта. Вышеперечисленные методы с применением воздуха и воды также относятся к этой группе методов размораживания.

Размораживание с использованием электрического тока инфракрасных лучей и ультразвука представляет большой теоретический и практический интерес. От других способов размораживания они отличаются тем, что тепловая энергия выделяется внутри продукта. Это методы так называемого внутреннего нагревания.

Методы внутреннего нагревания основаны на применении электромагнитных полей для возбуждения движения электрических зарядов, имеющих во всех продуктах. Молекулы ткани поглощают эту энергию движения и продукт нагревается. Количество выделяющегося при этом тепла в большей степени зависит от электрических характеристик продукта. Поскольку обычно продукты не являются однородными, обнаруживается большое различие в степени нагревания разных их частей. Кроме того, методы внутреннего нагревания характеризуются высокими энергетическими затратами и стоимостью. И, тем не менее, в последние годы их все более широко применяют, в частности, для размораживания разогрева и приготовления кулинарных изделий. На результат размораживания влияют многие факторы, и в первую очередь режим и продолжительность процесса. Например, если мясо или рыбу замораживать медленно, что вызывает значительное перемещение влаги, то обратное перемещение при размораживании будет протекать медленно, и процесс размораживания в этом случае не следует ускорять. Вместе с тем, медленное размораживание может быть опасно для развития нежелательных биохимических и микробиологических изменений.

Продолжительность размораживания зависит от температуры внешней среды, теплоотдачи от источника тепла к продукту, размеров и форм продукта, его физических и тепловых характеристик. Методы расчета продолжительности размораживания строятся на империческом материале или на значительных упрощениях представлении протекания теплообмена при подводе тепла к замороженному продукту.

1.2 Лекция № 2 (2 часа)

Тема: Сооружения для хранения продукции животноводства

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Роль и функции холодильных складов
2. Виды холодильных складов, их характеристики
3. Погрузочно-разгрузочные работы и транспортно-складские операции

1.2.2 Краткое содержание вопросов

1. Роль и функции холодильных складов

Склады – один из основных элементов логистической системы, ее интегрированная составная часть. Они играют важную роль в процессе движения товаров от изготовителя к потребителю. Склады оказывают существенное влияние на общий характер товародвижения. Они определяют его звенность, способствуют устранению нерациональных перевозок, повышению ритмичности и организованности производства и работы транспорта, сокращению товарных запасов в розничной торговой сети.

Склады – это здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения различных материальных ценностей, подготовки их к потреблению и отпуску потребителям. Основное назначение складов – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного снабжения потребителей.

В зависимости от своего места в логистической системе склады выполняют различные функции.

1. Комплектование необходимого ассортимента товаров в соответствии с заказом потребителей.

Данная функция выполняется на всех стадиях движения материального потока, во всех функциональных областях логистики. В снабженческой и производственной логистике эта функция направлена на обеспечение производственного процесса всеми необходимыми материально-техническими ресурсами. Особое значение приобретает эта функция в распределительной логистике. Склады торговли осуществляют преобразование производственного ассортимента в торговый (потребительский). Торговый ассортимент отличается от производственного тем, что включает в себя широкий перечень

товаров, отличающихся размерами, фасонами, моделями, формами, цветом и т. д. Это означает необходимость распаковки грузов, поступающих от различных производителей, их сортировки, комплектования новых партий, упаковки, затаривания, маркировки и т. д.

2. Концентрация запасов, их складирование и хранение.

Реализация этой функции позволяет выравнивать временную разницу между выпуском готовой продукции и ее потреблением, обеспечивать непрерывный производственный процесс и бесперебойное снабжение потребителей. В снабженческой и распределительной логистике концентрация запасов,

их складирование и хранение может быть вызвано сезонностью спроса и предложения на товары, необходимостью накопления запасов на товары, отгрузки в районы, где отсутствуют производство этих товаров, а также созданием государственных резервов. Выполнение этой функции сопряжено с проведением целого комплекса работ по размещению товаров на хранение

и требует создания определенных условий для обеспечения сохранности качества товара (температурный режим, влажность, товарное соседство и т.д.).

3. Унификация партий отгрузки товаров.

Эта функция складов связана с тем, что многие потребители заказывают мелкие нетранзитные партии товаров, что значительно увеличивает издержки, связанные с доставкой таких грузов. Для эффективного использования транспортных средств и сокращения издержек склады осуществляют унификацию (объединение) небольших партий в более крупные, предназначенные для нескольких клиентов одновременно.

4. Оказание логистических услуг.

Выполнение данной функции связано с оказанием клиентам различных логистических услуг, которые обеспечивают фирме высокий уровень обслуживания потребителей. В их числе: подготовка товаров для продажи (фасовка продукции, распаковка, маркировка, загрузка контейнеров), проверка функционирования весоизмерительных приборов, транспортно-экспедиционные услуги, придание продукции товарного вида, предварительная обработка товаров и т. д.

Классификация складов.

Объективная необходимость в накоплении и содержании запасов существует на всех стадиях движения материального потока, начиная от первичного источника сырья и заканчивая конечным потребителем. Этим объясняется наличие большого количества разнообразных видов складов.

По отношению к базисным функциональным областям логистики различают склады: логистики снабжения, логистики производства и логистики распределения.

По виду продукции различают склады:

- сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий;
- промежуточные производственные, т. е. склады незавершенного производства;
- готовой продукции;
- тары;
- остатков и отходов;
- инструментов.

По форме принадлежности различают склады:

- индивидуального пользования, принадлежащие одному предприятию;
- кооперативные, построенные несколькими предприятиями, совместно использующими свое складское хозяйство;
- арендуемые склады, собственные склады фирмы, склады государственных или муниципальных предприятий.

Более подробно рассмотрим классификацию складов по признаку содержания выполняемых операций. По этому признаку все склады можно разделить на следующие группы:

- подсортировочные склады;
- распределительные склады оптовой и розничной торговли;
- сезонного или длительного хранения;
- транзитно-перевалочные (оборотные) склады – для перегрузки товаров с одного вида транспортного средства на другой;
- заготовительные склады – для хранения продуктов сельского хозяйства;
- таможенные склады, где временно хранятся грузы, подлежащие таможенному оформлению;
- склады сохранения – для выдачи хранимых товаров со склада на определенный срок и их последующего возврата на склад. Это могут быть, например, станки, оборудование, имеющие высокую стоимость и предназначенные для аренды и повторного многократного использования.

Исходя из товарной специализации склады делят на универсальные – для хранения различных продовольственных или непродовольственных товаров в широком ассортименте и специализированные – для хранения отдельных товарных групп.

Кроме того, существуют склады узкоспециализированные – для хранения одного вида товара, а также смешанные – для хранения продовольственных и непродовольственных товаров.

Различаются склады и по степени механизации складских операций: немеханизированные, механизированные, частично-механизированные, комплексно-механизированные, автоматизированные и автоматические.

В зависимости от своих размеров склады могут быть от небольших помещений в несколько квадратных метров до складов-гигантов, имеющих площади в сотни тысяч квадратных метров.

Склады различаются и по этажности здания, т. е. по высоте укладки грузов. Они могут быть: одноэтажные, высотно-стеллажные, многоэтажные и с перепадом высот.

В зависимости от конструкции различают следующие типы складов:

- открытые, представляющие собой отгороженную асфальтированную площадку, приспособленную для хранения продукции. На таких площадках обычно хранятся грузы, на которые не влияют атмосферные условия (бензин, керосин, смазочные материалы);
- полужакрытые склады (навесы), имеющие только крышу или крышу и одну или две стены. Они предназначены для хранения грузов, выдерживающих внешнюю температуру воздуха (VELO- и мототовары, металлическая посуда, некоторые строительные материалы, сырье, уголь и т. д.);
- закрытые склады, используемые для хранения готовой продукции, комплектующих изделий, инструментов, продукции незавершенного производства. Это наиболее удобные и самые распространенные склады, поскольку товар, хранящийся в них, не подвергается влиянию атмосферных воздействий и порче. Кроме того, обеспечивается его материальная сохранность.

В зависимости от размещения склады подразделяются на прирельсовые, имеющие подъездные железнодорожные пути для подачи и уборки вагонов, пристанционные или портовые, расположенные на территории железнодорожной станции или порта, глубинные склады, расположенные вдали от железнодорожных путей, речных пристаней и морских портов, склады с автодорожным подъездом.

2. Виды холодильных складов, их характеристики

По назначению различают следующие типы холодильников: заготовительные, производственные, распределительные, базисные, для хранения овощей и фруктов, продовольственных баз, портовые, перевалочные, предприятий розничной торговли и общественного питания, смешанного назначения.

Заготовительные холодильники сооружают в районах заготовок скоропортящихся пищевых продуктов. Они предназначены для первоначальной холодильной обработки, кратковременного хранения и подготовки заготавливаемых продуктов к транспортировке на торговые предприятия или распределительные холодильники и холодильники других типов.

Производственные холодильники - составная часть пищевых предприятий (мясокомбинатов, рыбокомбинатов, консервных, Молочных заводов и др.). Они осуществляют холодноснабжение технологических процессов производства. Их используют для охлаждения, замораживания и хранения сырья и готовой продукции.

Распределительные холодильники предназначены для создания и хранения резервных, сезонных, текущих запасов скоропортящегося сырья и готовой продукции, обеспечивающих ритмичность производства пищевых отраслей и равномерное снабжение пищевыми продуктами населения в течение года.

Распределительные холодильники могут быть универсальными или специализированными в зависимости от номенклатуры сохраняемых грузов. В состав распределительных холодильников особенно вместимостью от 7000 до 20 000 т, могут входить цеху по выработке мороженого или быстрозамороженных пищевых продуктов (ягод и т.д.), сухого и водного льда, фасовке масла, изготовлению полуфабрикатов. Такие холодильники называются хладокомбинатами.

Базисные холодильники предназначены для длительного хранения резервов скоропортящихся продуктов (госрезерв). Эти холодильники сооружают в местах, которые удалены от населенных пунктов и надежно защищены.

Холодильники для хранения овощей и фруктов могут быть самостоятельными предприятиями либо входить в состав плодоовощных и продовольственных баз. Они располагаются в сельской местности, играя роль заготовительных, или в местах потребления (в городах, поселках).

Холодильники продовольственных баз предназначены для обслуживания торговой сети небольших городов. В них поступают пищевые продукты с производственных и распределительных холодильников.

Портовые холодильники используют для хранения пищевых продуктов, перевозимых водным транспортом. В них осуществляется перевалка пищевых продуктов с судов-рефрижераторов на железнодорожный и автомобильный транспорт и наоборот, поэтому их относят к группе транспортно-экспедиционных.

Перевалочные холодильники предназначены для кратковременного хранения грузов при передаче их с одного вида транспорта на другой, например с железнодорожного на автомобильный и наоборот.

Холодильники предприятий розничной торговли и общественного питания предназначены для хранения запасов продуктов, которые реализуются предприятиями в течение нескольких дней.

Холодильники смешанного назначения выполняют несколько функций. Например, производственные и портовые холодильники в крупных городах могут осуществлять одновременно функции распределительных. И портовые холодильники в рыбных портах могут выполнять роль производственных холодильников рыбокомбинатов.

3. Погрузочно-разгрузочные работы и транспортно-складские операции

Технология погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ на складах определяет порядок и последовательность выполнения операций по погрузке, выгрузке, транспортировке и складированию пакетов, используемые технические средства, а также устанавливает требования по охране труда. Технологию ПРТС работ удобно рассмотреть на примере пакетов, сформированных на стандартных плоских поддонах размерами 800x1200x150 мм, изготавливаемых по ГОСТ 9078-85. Требования к пакетам сформулированы в ГОСТ 24597-81.

Пакетированию на поддонах подлежат грузы в транспортной таре или без нее, имеющие стабильную правильную геометрическую форму, не меняющуюся в процессе пакетирования, складирования и транспортировки. Необходимую прочность обвязки пакета на плоских поддонах обеспечивают средства скрепления грузов – упаковочная стальная и полимерная ленты, стальная проволока, усадочная и растягивающаяся пленки, клей и т. п.

Грузы пакетами перевозят железнодорожным и автомобильным транспортом согласно правилам, действующим на соответствующем виде транспорта, и другой документации, утвержденной в установленном порядке. Способы крепления пакетов в железнодорожных вагонах должны соответствовать ГОСТ 22477–77. При двухъярусном размещении пакетов в крытых вагонах рекомендуется формировать пакет со следующими параметрами: при одноярусном размещении – высота, включая поддон, 1350 мм, масса не более 1 т; при трехъярусном размещении – высота 900 мм, масса не более 700 кг.

При проведении ПРТС работ применяют: в крытых вагонах электропогрузчики грузоподъемностью 1,0...1,6 т и автопогрузчики той же грузоподъемности с каталитическими нейтрализаторами отработавших газов; авто- и электропогрузчики грузоподъемностью не более 1,0 т для загрузки крытых автомобилей грузоподъемностью 8,0 т и более; авто- и электропогрузчики грузоподъемностью до 2,0 т с максимальной высотой подъема груза 4500 мм при укладке пакетов в штабель высотой более 3,3 м. Погрузчики оборудуют штатными вилами, приспособлением для бокового перемещения, а при необходимости и специальными грузозахватными приспособлениями (для операций с рулонами, бочками и т.п.). На загрузке автофургонов длиной свыше 4,0 м и грузоподъемностью до 8,0 т дополнительно используют ручные гидравлические или электрические самоходные тележки, штабелеры.

Чтобы обеспечить возможность въезда погрузчика в автофургон или вагон при несовпадении высоты ramпы склада с уровнем пола кузова (или вагона), может использоваться переходной трап (пандус). Из вспомогательного оборудования используют лом, молоток, средства для крепления пакетов в вагонах, соответствующие требованиям ГОСТ 22477–77.

Выгрузку пакетов из вагонов и формирование штабеля проводит бригада в составе двух-трех человек: двух водителей-погрузчиков и при необходимости одного рабочего для выполнения вспомогательных операций. Вагон подают к месту проведения грузовых операций и затормаживают башмаками. Для въезда погрузчика внутрь вагона укладывают трап. После открытия двери вагона рабочий удаляет средства крепления и при заполнении свободного объема в междверном пространстве отдельными штучными грузами формирует из них пакеты на порожних поддонах по схемам укладки груза.

Пакеты выгружают в такой последовательности: сориентировав вилы погрузчика (при необходимости с помощью приспособлений), следует ввести их в проемы поддона и плавно подъехать к пакету до упора в его торец; приподнять пакет и наклонить грузоподъемную раму назад; транспортировать взятый на вилы пакет в склад на высоте не более 300 мм над полом склада.

При штабелировании пакетов внутри помещения на пол необходимо соблюдать следующие требования:

- пакеты укладывают в штабель прямой кладки до трех ярусов по высоте, с уступами и смещением к центру штабеля – при высоте более трех ярусов (рис. 2); укладка пакетов должна быть по возможности более плотной, параллельными рядами без перекосов (исключение составляют зазоры, предусмотренные требованиями технологии хранения продуктов);
- допускается использование деревянных прокладок для выравнивания пакетов;
- ширина штабеля не должна превышать 6,0 м. Длина штабеля определяется местными условиями;
- укладка в штабель деформированных пакетов не допускается (в зависимости от степени деформации пакеты необходимо исправлять или переформировывать);
- высота штабеля определяется исходя из условий максимального использования высоты секции склада, технологии хранения, с учетом прочности тары и допустимой нагрузки на пол склада;
- расстояние от верха штабеля до светильников на складе должно составлять не менее 500 мм.

Пакеты на складе размещают по заранее разработанным схемам складирования с учетом наиболее рационального использования складской площади, удобства использования средств механизации при выполнении складских операций в соответствии с требованиями действующих стандартов и местных (отраслевых) нормативных актов.

Автофургоны разгружают с заездом в них по переходному трапу погрузчика, тележки или штабелера. Пакетированный груз, поступивший в крупнотоннажных контейнерах, разгружают с помощью ручных гидравлических или электрических тележек или со стола-платформы. Снятый с контейнеровоза контейнер разгружается с заездом погрузчика внутрь контейнера или с помощью тележки.

Разборку штабеля и погрузку пакетов в транспортные средства выполняет бригада из двух-трех человек: двух водителей-погрузчиков и при необходимости одного рабочего для выполнения вспомогательных операций.

При отгрузке пакетов железнодорожным транспортом режим перевозки устанавливается согласно Правилам перевозки грузов в зависимости от вида груза, продолжительности нахождения его в пути следования и времени года. Вагон подают к месту проведения грузовых операций, затормаживают башмаками, для въезда погрузчика укладывают трап. Вагоны, подаваемые под погрузку, должны быть технически исправными и очищенными внутри и снаружи.

При погрузке в крытый вагон объемом 120 м³ пакеты устанавливают симметрично продольной оси в два ряда по ширине и, как правило, в два-три ряда по высоте. В междверном пространстве вагона пакеты размещают с отступлением от дверей не менее 250 мм, чтобы обеспечивалась возможность механизированной выгрузки с обеих сторон вагона. В случае загрузки междверного пространства вагона пакетами разной высоты пакеты меньшей высоты устанавливают в нижний ярус. Погрузку пакетов в рефрижераторные вагоны проводят при опущенных напольных решетках. Число загружаемых пакетов зависит от грузоподъемности, погрузочного объема рефрижераторного вагона и массы пакетов. Пакеты в вагонах крепят таким образом, чтобы предотвратить их смещение и падение при транспортировке. Для этого средства крепления пакетов в вагонах должны соответствовать требованиям ГОСТ 22477-77.

Для максимального использования грузоподъемности вагонов и обеспечения устойчивости штабелей свободный объем в междверном пространстве вагона допускается заполнять отдельными единицами груза в количестве, кратном числу отдельных мест в пакете.

При перевозке пакетов автомобильным транспортом используют универсальные бортовые автомобили и специализированные: автомобили-самопогрузчики, автофургоны, автопоезда. При отгрузке пакетов в контейнерах используют полуприцепы-контейнеровозы соответствующей грузоподъемности. Пакеты в кузове автомобиля и контейнерах устанавливают, как правило, в один ярус. Пакеты с легкими грузами могут быть установлены в два яруса при условии обеспечения их сохранности в процессе перевозки. К перевозке их следует принимать после внешнего осмотра, без их разборки.

Универсальные бортовые автомобили и автопоезда обычно загружают со стороны бортов, что не вызывает особых сложностей, если высота рампы находится ниже или на уровне настила кузова. Пакеты устанавливают погрузчиком с рампы непосредственно в кузов, при этом загрузка проводится с перестановкой автомобиля загружаемой стороной кузова к фронту работ. Кузова крытых автомобилей грузоподъемностью 8,0 т и более, а также крупнотоннажные контейнеры загружают с въездом погрузчика в кузов или контейнер. Для обеспечения возможности въезда погрузчика в фургон или контейнер с рампы можно использовать переходной трап при условии, что его уклон не превышает 7°.

Фургон или контейнер загружают, как правило, в два этапа. С помощью одного погрузчика пакеты устанавливают на край стола-платформы. Другим погрузчиком, перемещающимся по рампе или перекидному пандусу, пакеты перегружают в кузов или контейнер. Допускается подъем погрузчика на рампу другим грузоподъемным средством. Для загрузки автофургонов грузоподъемностью до 8,0 т или крупнотоннажных контейнеров рекомендуется использовать гидравлические или электрические тележки.

1.3 Лекция № 3 (2 часа)

Тема: Проектирование холодильников

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Общие положения по проектированию холодильников
2. Определение вместимости холодильника
3. Основные планировочные решения
4. Строительные и изоляционные конструкции холодильников
5. Борьба с промерзанием грунта под полами холодильников

1.3.2 Краткое содержание вопросов

1. Общие положения по проектированию холодильников

Настоящие Ведомственные нормы ВНТП * распространяются на технологическое проектирование вновь строящихся, расширяемых и реконструируемых распределительных холодильников.

* В дальнейшем тексте сокращено "Нормы".

Нормы не распространяются на проектирование картофелехранилищ, овощехранилищ и фруктохранилищ, так как холодильники для хранения картофеля, овощей и фруктов не относятся к распределительным холодильникам.

При проектировании новых, расширении или реконструкции распределительных холодильников кроме настоящих норм следует руководствоваться действующими нормами и правилами строительного проектирования (СНиП) и другими нормативными документами.

Категорию помещений по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности следует определять по Перечню категорий производств по взрывопожарной, взрывной и пожарной опасности предприятий для отрасли "торговля и общественное питание".

Решение о проектировании и строительстве распределительных холодильников следует осуществлять с учетом действующих Схем развития и размещения холодильного хозяйства оптовой торговли, которые включают данные об общей потребности в распределительных холодильниках, их емкостях и пунктах размещения, на основе технико-экономических обоснований (ТЭО), подтверждающих экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость их проектирования и строительства.

В соответствии с главой СНиП II-92-76 "Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий" санитарно-бытовые помещения холодильника должны приниматься по следующей группе производственных процессов:

для охлаждаемого склада - "Пд";

для машинного отделения с использованием в качестве хладагента аммиака - "Пб", хладона - "Ю".

При проектировании необходимо руководствоваться следующей градацией складской емкости распределительных холодильников (в тоннах условного груза):

малые от 250 до 1000 тонн

средние от 1000 до 3000 тонн

крупные от 3000 до 10000 и более тонн.

Распределительные холодильники в городах и промышленных центрах должны размещаться в составе промышленных узлов или комплексов пищевых предприятий.

Крупные распределительные холодильники* следует проектировать, как правило, как самостоятельные предприятия, включая в их состав при соответствующем технико-экономическом обосновании цеха фасовки продуктов.

* В дальнейшем тексте допускается сокращение: "холодильник"

Для обеспечения нормальной эксплуатации крупных распределительных холодильников, проектируемых как самостоятельные предприятия, на их площадках необходимо предусматривать:

главный корпус, включающий в себя охлаждаемый склад с платформами, машинное отделение и другие подсобно-производственные помещения;

конденсаторное отделение с насосной станцией оборотного водоснабжения;

градирню;

административно-бытовой корпус;

склад аммиака и масел;

резервуары оборотного водоснабжения;

резервуары противопожарного водоснабжения (при отсутствии наружных водопроводных сетей требуемого диаметра);

пожарное депо (предусматривается для крупных холодильников в случае их размещения вне пределов нормативного радиуса действия существующих пожарных депо по согласованию с органами пожарной охраны).

Указанный перечень следует уточнять в зависимости от конкретных условий размещения холодильников.

Объемы суточного поступления грузов на распределительные холодильники принимать на основании данных заданий на проектирование или при отсутствии указанных данных, определять по кратности грузооборота, равной от четырех до шести раз в год.

2. Определение вместимости холодильника

Емкость холодильников рассчитывать в соответствии с требованиями Межотраслевой инструкции по определению емкости холодильников.

Емкость отдельных холодильных камер рекомендуется принимать в зависимости от номенклатуры грузов и планировочного решения холодильника.

Минимальная емкость камеры хранения 50 т, максимальная - 1000 т.

3. Основные планировочные решения

При разработке объемно-планировочных решений зданий холодильников следует руководствоваться:

требованиями глав СНиП "Холодильники. Нормы проектирования", "Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования", "Вспомогательные здания и сооружения промышленных предприятий. Нормы проектирования", "Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений";

Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий;

Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок;

Правилами техники безопасности на фреоновых холодильных установках.

Объемно-планировочные решения здания холодильника должны обеспечивать максимальное использование грузового объема холодильных камер, кратчайшие пути транспортировки грузов с платформ холодильника в камеры, минимальные потери холода, возможность осуществления пакетных перевозок и складирования грузов, а также учитывать дальнейшее расширение холодильника.

При разработке проектов необходимо, как правило, принимать:

ширину камер равной 6-18 м, а отношение ширины камеры к ее длине не более 1:3; сетку колонн одноэтажных зданий не менее 6х12 или 6х18 м и 6х6 м - для многоэтажных зданий.

Для холодильников емкостью от 1000 т и более принимать:

строительную высоту камер не менее 6 м (до низа балки) в одноэтажных холодильниках и не менее 4,8 или 6 м от пола до пола этажа в многоэтажных холодильниках.

Одноэтажные холодильники емкостью от 250 т до 1000 т должны проектировать с высотой 4,8 м до низа балки.

Охлаждаемый склад холодильника следует планировочно вытягивать вдоль платформ, которые должны соединяться с камерами в одноэтажных холодильниках коридорами, а в многоэтажных - вестибюлями с лифтами.

Допускается выход из камер непосредственно на платформу.

Камеры с одинаковыми или близкими температурными режимами в одноэтажных холодильниках объединять в отдельные блоки; в многоэтажных холодильниках - располагать по вертикальным отсекам.

Размещение камер хранения охлажденных грузов над низкотемпературными камерами не допускается.

Многоэтажные холодильники, при наличии благоприятных гидрогеологических условий и при соответствующем технико-экономическом обосновании, следует, как правило, проектировать с подвальными этажами.

В одноэтажных холодильниках устройство подвальных этажей допускается в зависимости от рельефа местности и гидрогеологических условий.

Камеры подвальных этажей необходимо проектировать как камеры хранения охлажденных грузов с температурой не ниже 0 °С.

Железнодорожную платформу холодильников емкостью от 3000 т и более следует выполнять закрытой длиной не менее 112-120 м для установки пятивагонной рефрижераторной секции без сцепки. При этом ширина платформы должна быть равной 7,5 м для холодильников емкостью 3000-5000 т и 12 м - для холодильников емкостью 10000 т и более.

Автомобильную платформу следует принимать шириной 7-9 м.

В зависимости от климатических условий автомобильные платформы могут проектироваться открытыми или закрытыми.

Число проемов для закрытой автомобильной платформы определяется по максимальному количеству одновременно устанавливаемых автомашин.

Навес над открытыми платформами должен выступать за ширину платформы не более чем на 4,5 м и не менее, чем 1,5 м и выполняться из несгораемых материалов.

Длина автомобильной платформы определяется планировочно с учетом максимальной сменной выдачи грузов с холодильника.

Размеры железнодорожной платформы для холодильников емкостью менее 3000 т определяются по расчету в зависимости от грузооборота холодильника.

При проектировании портовых многоэтажных холодильников, располагаемых на причалах, следует помимо платформ предусматривать поэтажные грузовые балконы для выполнения погрузочно-разгрузочных работ порталными кранами при подаче грузов с судов непосредственно в холодильник и обратно.

В низкотемпературных камерах хранения, выходящих непосредственно на платформы, необходимо предусматривать устройство тамбуров, выполняемых внутри камеры.

Для врезных весов на грузовых платформах следует оборудовать весовые будки с отапливаемым помещением для весовщиков.

В холодильниках, имеющих камеры с отрицательными температурами, должны предусматриваться комнаты для обогрева рабочих, размещаемые в блоке подсобно-вспомогательных помещений или в вестибюльной группе охлаждаемого склада, при этом следует выполнять требования СНиП "Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений".

Ограждающие конструкции комнат для обогрева должны быть несгораемыми и иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч.

Холодильники емкостью до 5000 т следует проектировать, как правило, одноэтажными, свыше 5000 т - преимущественно многоэтажными.

4. Строительные и изоляционные конструкции холодильников

Строительные конструкции холодильников отличны от принятых в промышленном строительстве, что определяется особыми условиями работы и необходимостью иметь изоляцию внешних ограждений вследствие низких температур в камерах.

В новых конструкциях холодильников по периметру здания делаются консоли с вылетом 2,5 м. Стены этой конструкции гладкие, без выступов, что улучшает санитарное состояние камер; ввиду отсутствия колонн возле стен расположение охлаждающих батарей более целесообразно.

Для крупных холодильников целесообразно применение плоских безбалочных железобетонных перекрытий. Преимущества их - отсутствие застоя воздуха, обычное в пространствах между балками ребристого перекрытия. Их удобно также содержать в чистоте.

В междуэтажные перекрытия заделываются вкладыши для прикрепления к ним потолочных батарей и подвесных путей.

Обычно применяется шатровый тип крыши обязательно со слуховыми окнами для вентиляции чердака.

При плоских кровлях большое значение имеет «ковер» из рулонных материалов и правильное устройство водостоков.

Машинное отделение холодильника.

Машинное отделение крупных холодильников сооружается в первом этаже из огнестойких материалов, высота его принимается не менее 4 м. Под машинным отделением часто устраивают подвальное помещение высотой не менее 2,5 м для вспомогательной аппаратуры и прокладки некоторых трубопроводов.

Компрессорный зал должен иметь хорошее естественное освещение. По правилам техники безопасности из машинного отделения должно быть два выхода, расположенные по возможности дальше друг от друга: один выход - непосредственно наружу; другой - через коридор или тамбур, без прямого сообщения с производственными помещениями.

Помимо обычной приточно-вытяжной вентиляции, в машинном отделении обязательна аварийная вытяжная вентиляция на 7-кратный обмен воздуха в час для удаления паров аммиака в случае прорыва их.

Помещение для аппаратов можно располагать в любом этаже при высоте аппаратного помещения не менее 2,5 м. Стены и перекрытия обязательно делаются из огнестойких материалов. Естественное освещение для аппаратных помещений не обязательно.

В машинном отделении для предупреждения замерзания воды в трубопроводах и создания надлежащих условий по обслуживанию должно быть предусмотрено отопление. Температура воздуха в зимний период должна поддерживаться не ниже $+12^{\circ}$.

Полы машинного отделения настилаются из водонепроницаемого и незагнивающего материала. Туннели с аммиачными и другими трубопроводами должны иметь высоту не менее 1,9 м с обязательной вентиляцией их.

В настоящее время в Российской Федерации функционирует большое количество промышленных холодильников. Наиболее ответственным и важным элементом в их конструкции являются наружные ограждения, от которых во многом зависят эксплуатационные качества и эффективность работы всего здания холодильника.

Наружные ограждения холодильников находятся в условиях, существенно отличающихся от условий эксплуатации ограждений отапливаемых производственных зданий. Необходимость поддерживать внутри охлаждаемых помещений постоянные, чаще отрицательные температуры предъявляют к таким ограждениям дополнительные требования. Особенности их являются значительно менее выраженные знакопеременные влажностные воздействия на ограждения. Если в отапливаемых промышленных зданиях в течение года происходит как увлажнение, так и сушка ограждения, то в холодильниках в течение года происходит в основном процесс накопления влаги в ограждении.

Традиционные наружные стены холодильников состоят из наружного защитного слоя и внутреннего - теплоизоляционного. Наружный слой выполняется из кирпича или различных природных камней, пенобетона, сборных железобетонных панелей, панелей из алюминиевых или стальных профилированных листов. Кирпич используют полнотелый, глиняный, пластического прессования. Для всех видов ограждающих конструкций в охлаждаемых помещениях кладка из пустотелых камней не допускается. Часто используются местные строительные материалы: туф, ракушечник или другие местные природные каменные материалы с малой теплопроводностью (при условии разработки их в виде штучного камня правильной формы). Наружные стены охлаждаемых помещений должны быть облицованы или оштукатурены цементно-песчаным раствором. В одноэтажных холодильниках кирпичные стены являются самонесущими, для устойчивости их крепят к колоннам анкерами. Кирпичные стены в многоэтажных холодильниках, как правило, выполняют из глиняного кирпича с усилением армированием.

В Москве был построен небольшой (500 т) одноэтажный экспериментальный холодильник из трехслойных стеновых панелей размером 3Ч6 м с утеплителем из минеральной ваты, которую в дальнейшем, для снижения веса панели, заменили на мипору.

Трехслойные стеновые панели из прокатных железобетонных ребристых плит имеют следующие недостатки: изоляция панелей из мипоры через год увлажнилась на 15 %, через два года -- до 26 %; во внутренних воздушных кессонных пространствах на поверхностях панелей образуется слой инея толщиной до 2 мм; коэффициент теплопроводности теплоизоляции панели через два года эксплуатации вырос более чем на 30 %; в таких панелях невозможно заменить теплоизоляцию при ее сильном увлажнении и повышении общего коэффициента теплопередачи ограждения. В 1950--1960 гг. все большее применение в многоэтажных холодильниках находят вертикальные сборные железобетонные панели конструкции Гипрохолода. Высота панели равна высоте этажа, панели имеют корытообразный вид: железобетонная плита толщиной 60 мм, усиленная по периметру армированными ребрами. Теплоизоляция в таких панелях устраивается по деревянным брускам.

Вертикальные стеновые панели, применяемые при строительстве многоэтажных холодильников имеют существенные недостатки; при достаточных значениях общего сопротивления теплопередаче, в вертикальных стыках оно несколько снижается в весенне-осенний период при температуре наружного воздуха $+5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 95 % температура наружной поверхности вертикальных стыков панелей ниже температуры точки росы и на стыках с наружной стороны образуется конденсат, часто с появлением снежной полосы. Разработаны и рекомендованы к применению в этот же период времени для ограждений холодильников горизонтальные железобетонные панели серии СТ-02-31 и горизонтальные панели из керамзитобетона плотностью 900...1200 кг/м³ высотой 1,2...1,8 м, длиной 6,0 м, толщиной 200 мм. На холодильнике № 12 в Москве применены стены с теплозащитной рубашкой. Стенка, отделяющая продух рубашки от камер холодильника, проектируется с сопротивлением теплопередачи R_0 не менее единицы, должна быть герметичной и изготовляться из материалов, обладающих большой величиной сопротивления паропроонианию.

Следующим этапом в проектировании ограждений для холодильников явилась разработка ЦНИИпромзданий совместно с Гипрохолодом стеновых панелей серии 1.423-4. Вертикальные панели запроектированы двух видов: гладкими из железобетона и из керамзитобетона плотностью 1200...1500 кг/м³.

Панели имеют высоту 4,8; 5,2; 6,0 и 6,4 м; ширину в 1,5 или 3,0 м; толщину 120 мм. В качестве теплоизоляции приняты: войлок минераловатный, плиты минераловатные на битумной связке, плиты торфяные, пенопласт ПСБ-С. Позднее в ЦНИИпромзданий и Гипрохолоде разработали стеновые панели железобетонные с эффективным утеплителем для зданий с отрицательными температурами, серия 1.432-16. Слоистые изолированные панели состоят из несущей железобетонной плиты (наружной), пароизоляционного слоя, теплоизоляции из пенополистирольных или минераловатных плит по деревянному каркасу, внутренней обшивки из прессованных асбестоцементных листов толщиной 8 мм. Железобетонные плиты запроектированы в двух вариантах: из тяжелого бетона и из облегченного бетона на пористых заполнителях (керамзитобетона, аглопоритобетона, шунгизитобетона, шлакопемзобетона и бетонов на естественных пористых заполнителях с объемной массой 1800...2000 кг/м³). Плиты имеют толщину 140 мм и армируются пространственным каркасом.

В 1981 г. в ЦНИИпромзданий запроектированы железобетонные трехслойные стеновые панели на гибких связях с теплоизоляцией из пенопласта и минеральных плит для зданий холодильников, серия 202-81. Стеновые панели с двумя ограждающими слоями из железобетона (наружный слой - несущий) и теплоизоляционным слоем из эффективного утеплителя между ними.

Панели рекомендованы для самонесущих стен зданий одноэтажных и многоэтажных холодильников с различными температурными режимами (от -30 до +10 °С), предназначены для строительства во всех природноклиматических зонах страны. Трехслойные панели разработаны применительно к каркасу холодильников из сборного железобетона: для одноэтажных зданий -- с сеткой колонн 12,0Ч6,0 м и высотой до низа несущих конструкции покрытия 3,6, 4,8 и 6,0 м, для многоэтажных зданий -- по серии 1.420.1-14 с сеткой колонн 6,0Ч6,0 м и высотами этажей 4,8 и 6,0 м. Толщина наружного несущего слоя панели принята 120 мм, внутреннего ограждающего - 60 мм. Между собой слои объединяются с помощью П-образных гибких связей из арматурной стали класса А-П. Теплоизоляция панелей принята в двух вариантах: из плит пенопласта полистирольного марки ПСБ-С с антипиреном с плотностью 40 кг/м³ и расчетной величиной коэффициента теплопроводности $\lambda = 0,04$ ккал/(м·ч·°С); из жестких минераловатных плит на битумном связующем с объемной массой 200...300 кг/м³ и расчетной величиной коэффициента теплопроводности $\lambda = 0,070...0,080$ ккал/(м·ч·°С). Номинальные размеры выпускаемых панелей: 6,0Ч3,0, 6,0Ч2,1, 6,0Ч1,5, 4,8Ч3,0, 4,8Ч2,1, 4,8Ч1,5, 3,6Ч3,0, 3,6Ч1,5, 6,6Ч3,0, 6,6Ч1,5, 5,4Ч3,0, 5,4Ч1,5, 4,2Ч3,0 и 4,2Ч1,5 м. В 1995 г. АООТ ЦНИИпромзданий разработаны многослойные ограждающие конструкции послойной сборки М 25.28/95 [6].

Ограждающие конструкции предназначены для зданий холодильников с внутренними температурами от -30 до +12 °С и применимы на всей территории страны. Конструкции разработаны для одноэтажных зданий с сеткой колонн 6Ч6, 6Ч12 и 6Ч18 м и каркасом из сборного железобетона по действующей номенклатуре типовых изделий, со смешанным или стальным каркасом, а также бескаркасных с несущими стенами из штучных материалов (кирпич, блоки) и многоэтажных зданий с безбалочным железобетонным каркасом и сеткой колонн 6Ч6 м (серия 1.420.1-14) или 6Ч9 м (серия 1.420.1-25). В качестве материала теплоизоляции применяются плиты из экструзионного пенополистирола типа «Стайрофоум» (Styrofoam). Плиты изготавливаются толщиной 30...120 мм с градацией 10 мм, размером 1200Ч600 или 2500Ч600 мм с фигурными кромками для соединения соседних плит. В середине прошлого века наружные ограждения холодильников выполняли в основном из кирпича с последующим устройством теплоизоляции.

Теплоизоляционные работы в этом случае представляли собой самый отсталый производственный процесс. Выполнение таких работ промышленными методами стало возможным при использовании сборных изоляционных конструкций, изготавливаемых в виде щитов. Щит представлял собой каркас из деревянных брусков сечением 50Ч100 мм, заполненный теплоизоляционными плитами, которые затем крепились к стене. Благодаря такому устройству щит сохраняет форму при транспортировке, монтаже и позволяет обеспечить необходимую толщину теплоизоляции. Каждая из рассмотренных конструкций наружных ограждений для холодильников обладает недостатками, приводящими к нарушению целостности ограждений, потере их теплозащитных качеств и увеличению затрат на эксплуатацию холодильников. Отрицательное влияние этих недостатков

усиливается при эксплуатации холодильников в южных регионах страны, где наряду с высокими летними температурами, большое влияние на теплопритоки в охлаждаемые камеры оказывает интенсивная солнечная радиация. Эти факторы необходимо учитывать при реконструкции и новом проектировании наружных ограждений современных промышленных холодильников.

5. Борьба с промерзанием грунта под полами холодильников

Для защиты грунтов от промерзания целесообразно применение следующих решений:

устройство подвальных этажей;

устройство проветриваемого подполья;

электрообогрев грунтов;

обогрев грунтов с помощью промежуточного теплоносителя за счет использования тепла перегрева хладагента при его компримировании.

Указанные в п.п.23.1. решения должны выбираться в каждом конкретном случае на основании данных технико-экономических расчетов с учетом гидрогеологических условий площадки, принятых строительных конструкций, емкости и этажности холодильника.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа)

Тема: Физические принципы получения холода и термодинамические основы работы холодильных машин

2.1.1 Цель работы: получить сведения о физических принципах получения холода и термодинамических основах работы холодильных машин

2.1.2 Задачи работы:

1. Охлаждение при изменении агрегатного состояния
2. Охлаждение при расширении газов
3. Вихревой эффект охлаждения
4. Термоэлектрическое охлаждение
5. Циклы холодильной машины

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Мультимедийное оборудование, тетрадь, ручка

2.1.4 Описание (ход) работы:

Теоретические положения

В природе осуществляется непрерывный переход тепла от тел с высокой температурой к телам с низкой, т.е. происходит так называемое естественное охлаждение, при котором предельная температура охлаждаемого тела зависит от температуры охлаждающих тел. Количество тепла, которое может поглотить охлаждающее тело, определяет его охлаждающий эффект. Охлаждающими телами в естественных условиях являются воздух, вода и лёд.

При естественных условиях охлаждения нельзя получить температуру ниже температуры окружающей среды. Обеспечение её возможно с помощью искусственного охлаждения, создаваемого специальными устройствами, работа которых осуществляется с затратой энергии.

В основе получения искусственного холода лежат следующие физические явления: изменение агрегатного состояния (фазовые превращения), сопровождающиеся поглощением тепла (плавление, парообразование, растворение соли); расширение сжатого газа с отдачей внешней работы; расширение газа путём дросселирования (эффект - Джоуля-Томпсона); - вихревой эффект (эффект Пельтье); размагничивание твёрдого тела (магнитно-калорический эффект); десорбция газов.

1. Охлаждение при изменении агрегатного состояния тел

Характеризуется выделением или поглощением соответствующего количества тепла, расходуемого на внутреннюю работу по преодолению сил сцепления между молекулами. Фазовые превращения при изменении агрегатного состояния тел (плавление, кипение, сублимация) происходят при постоянных температурах и давлении, зависящих от физических свойств тел и условий перехода из одного состояния в другое.

1.1. Плавление - переход тела из твёрдого состояния в жидкое при подводе к нему необходимого количества тепла. Плавление водного льда широко используется для охлаждения тела выше 273 К. Смешивание раздробленного льда или снега с хлористым натрием или хлористым кальцием понижает температуру таяния снега до 251,8 К и 218 К соответственно.

Количество тепла (Дж), поглощённое 1кг твёрдого тела при переходе его в жидкое состояние, называется *теплотой плавления*.

1.2. Кипение - процесс интенсивного образования пара при нагревании жидкости. Количество тепла, поглощаемое 1кг жидкого тела при постоянной температуре перехода его в парообразное состояние называется *теплотой парообразования*.

Температура кипения и теплота парообразования зависят от давления; при увеличении давления температура кипения повышается, а теплота парообразования уменьшается.

Состояние вещества, в котором обе предельные точки переходной области из жидкости в пар совмещаются в одну с теплотой парообразования, равной 0, называется *критическим*. При температурах выше критических ни при каких условиях не возможен переход газов в жидкость. Теплота парообразования используется для искусственного охлаждения в паровых компрессионных, парожеткорных и адсорбционных машинах.

Охлаждающий эффект может быть получен за счёт интенсивного испарения воды, теплота парообразования которой при 273 К равна 2500 кДж/кг. Однако испарительное охлаждение водой применяется при относительно высоких температурах. При более низких температурах используются вещества с низкой температурой кипения при атмосферном (нормальном) давлении.

Наибольшее распространение получили фреоны - углеродные или углеводородные соединения и аммиак.

1.3 Сублимация (возгонка) - процесс перехода из твёрдого состояния непосредственно в парообразное. Количество тепла, поглощаемое 1кг твёрдого тела при постоянной температуре перехода его в парообразное состояние, называется *теплотой сублимации*,

В нормальных условиях этим свойством обладает углекислота, температура которой равна 216,4 К, а давление - 0,52 Мпа. Температура сублимации твёрдой углекислоты при атмосферном давлении равна - 195 К.

Теплота сублимации равна сумме теплоты плавления X и парообразования $г$, вследствие чего процесс даёт большой холодильный эффект.

2. Охлаждение при расширении газов

Процесс расширения сжатого газа протекает по адиабате и сопровождается понижением температуры. В адиабатическом (изоэнтропическом) процессе расширения теплообмен с окружающей средой отсутствует, поэтому энтропия остаётся постоянной, при этом внутренняя энергия полностью преобразуется в механическую работу. При расширении реального газа необходимо затратить дополнительную работу на преодоление внутренних сил притяжения молекул. Наличие внутреннего притяжения в реальном газе по сравнению с идеальным обуславливают большую величину его изоэнтропического эффекта. Для реального газа суммарный эффект охлаждения достигается в результате преобразования внутренней энергии в работу против внешних и внутренних сил. Охлаждение с помощью дросселирования газа (эффект Джоуля-Томпсона) основано на резком снижении давления жидкости или газа при прохождении их через суженное отверстие (диафрагму, кран или клапан) и сопровождается понижением температуры. При быстром снижении давления внешняя работа не совершается и теплообмен с внешней средой не происходит. Энтальпия в этом процессе остаётся постоянной, а энтропия возрастает, что указывает на необратимость процесса. При дросселировании реального газа в результате изменения внутренней энергии совершается работа для преодоления внутренних сил взаимодействия молекул, вследствие чего изменяется температура. Взаимодействие между молекулами реального газа и изменение его энергии в процессе расширения обуславливают при дросселировании два температурных эффекта, которые могут складываться или взаимно компенсироваться (охлаждение или нагревание).

3. Вихревой эффект охлаждения

Охлаждение воздуха этим способом (эффект Рокка) осуществляется с помощью вихревой трубы. Поток воздуха, предварительно сжатого, поступает в сопло трубы и завихряется, разделяется на два потока - холодный и горячий. Через центральное отверстие диафрагмы воздух выходит охлаждённый, а через свободный выход - нагретый.

4. Термоэлектрическое охлаждение

Термоэлектрическое охлаждение (эффект Пельтье) заключается в том, что при прохождении электрического тока через цепь, составленную из разнородных проводников, в местах контактов (спаев) выделяется или поглощается некоторое количество тепла. Разнородность заключается в различии величин энергии носителей тока в этих проводниках. Коэффициент, показывающий разнородность проводников, называется *коэффициентом Пельтье* (Π). Для определённой пары материалов количество выделенного или поглощённого тепла Q_p (тепло Пельтье) прямо пропорционально силе тока, проходящего через место контакта: $Q_p = \Pi I$

Эффект Пельтье достигает максимального значения при использовании не металлов, а полупроводников. При прохождении постоянного тока по термоэлементу образуются холодный T_x и горячий T_g спаи. Холодным спаем тепло поглощается, а горячим отдаётся. Описанное явление обратимо. Если же в той цепи, составленной из тех же полупроводников, создать в месте! контакта искусственно различные температуры, то Между контактами возникает разность потенциалов, и по цепи пойдёт ток (явление Зеебека). Возникающая термоэлектродвижущая сила (термо э.д.с.) пропорциональна созданной разности температур спаев:

$$E = a(\alpha)(T_g - T_x), \text{ где}$$

a - коэффициент термо э.д.с, (коэффициент Зеебека);

$T_g - T_x$ - температуры горячего и холодного спаев, К.

Коэффициенты обоих эффектов (Пельтье и Зеебека) связаны простым соотношением:

$$E = a(\alpha)T, \text{ где } T - \text{температура спая, К.}$$

Тепло Пельтье может быть определено через коэффициент Зебека:

$$Q_p = J_a T_x.$$

Если к цепи состоящей из электронного и дырочного полупроводников, подключить источник тока (к электронному полупроводнику плюс, а к дырочному - минус), то в месте спая ветвей тепло Пельтье будет поглощаться, а на противоположной стороне - выделяться. При обратном направлении тока тепло в месте спая будет выделяться, а на противоположной стороне - поглощаться. Таким образом, термоэлемент работает как тепловой насос, перекачивая тепло от одного спая к другому. Для получения больших количеств тепла и холода в термостатах и холодильниках составляют цепи(термобатарей) из большого количества термоэлементов.

Уравнение теплового (полезный холодильный эффект термоэлемента Q_x) баланса холодного спая термоэлемента:

$$Q_x = Q_n - Q_{flae} - Q_g, \text{ где}$$

(Q_n -тепло Пельтье, поглощаемое на холодном спаяе, кДж;

$Q_{дж}$ —часть Джоулева тепла, приходящего на холодный спай.кДж;

(Q_i —тепло, приходящееся на холодный спай за счет теплопроводности, кДж.

5. Циклы холодильной машины

5.1.Термодинамические основы работы холодильных машин. Теория работы холодильных машин основана на первом и втором законе термодинамике (началах термодинамики). Первый закон термодинамики устанавливает принцип эквивалентности в термодинамических процессах преобразования тепла в механическую работу:

$$Q = U_2 - U_1 + L, \text{ где}$$

Q - количество тепла, сообщённое системе, Дж U_1 - внутренняя энергия в конечном состоянии, Дж; U_2 - значение её в начальном состоянии, Дж;

L - работа, совершённая системой над другими телами, Дж.

Этот закон не указывает направления преобразования энергии и не устанавливает условий, необходимых для осуществления того или иного направления преобразования.

На направление процессов переноса тепла указывает второй закон термодинамики, который говорит, что тепло само собой (переходит лишь от тепла более нагретого к телу менее нагретому, но не наоборот. Переход тепла от тела с меньшей температурой возможен только с затратой работы: $Q = Q_0 + L$, где

Q - количество тепла, переданное нагретому телу, Дж; Q_0 - количество тепла, отнятое от холодного тела, Дж; L - работа, затраченная на передачу тепла, Дж.

5.2. Обратный цикл Карно. Особое значение в теории холодильных машин имеет обратный Карно, который состоит из двух изотерм и двух адиабат. Цикл заключается в том, что от источника тепла с низкой температурой отбирается количество тепла, а потом отдаётся телу, с высокой температурой ниже окружающей среды. Одновременно этой среде с температурой отдаётся количество тепла $Q = Q_0 + L$. Тепло, отнятое от охлаждаемого тела и подведённое к нагретому телу в единицу времени, называется *холодопроизводительностью* холодильной машины. Цикл Карно в холодильной технике является идеальным образцом; сравнивая с ним, судят о качестве практически используемых циклов.

5.3 Циклы холодильной машины. Машина отводящая тепло от холодного тела к нагретому телу с затратой механической энергии, называется *холодильной компрессионной машиной*. Перенос тепла от тела с низкой температурой к телу с более высокой температурой осуществляется с помощью рабочего тела.

Различают простые и сложные циклы холодильной машины (ХМ).

К простым относятся:

цикл ХМ с расширительным цилиндром;

цикл ХМ с регулирующим вентилем;

цикл ХМ с переохладителем;

цикл ХМ, работающий "сухим ходом";

цикл ХМ теплового насоса;

цикл ХМ с регенерацией.

Сложными циклами ХМ называют циклы с *многоступенчатым* сжатием. При использовании одноступенчатой ХМ, когда нужно понизить температуру кипения холодильного агента до 248 К и ниже, нарушается работа компрессора: давление конденсации и температура паров в конце сжатия достигают недопустимых значений, снижается вязкость смазочного масла, увеличиваются потери на трение. С понижением температуры кипения и повышением температуры конденсации уменьшаются объёмный и индикаторный КПД, а также коэффициент подогрева. Многоступенчатое сжатие имеет и ряд недостатков, заключающихся в повышении стоимости установки и её

эксплуатации, увеличении площади машинных отделений, усложнение схемы установки и дополнительных трудностях в её регулировании.

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа)

Тема: Льдотехника

2.2.1 Цель работы: ознакомиться с льдотехникой

2.2.2 Задачи работы:

1. Свойства естественного и искусственного льда
2. Ледогенераторы
3. Ледники
4. Применение льда в различных отраслях промышленности

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Мультимедийное оборудование, тетрадь, ручка

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. Свойства естественного и искусственного льда

Лёд - представляет из себя воду в кристаллическом состоянии, минерал с химической формулой H_2O . В широком смысле, лёд - это твёрдое состояние такого вещества, которое при стандартной температуре и давлении находится в жидком или газообразном состоянии.

Земной шар содержит около 16 млрд. $км^3$ воды, что составляет 0,25% массы всей нашей планеты. Из этого количества на долю гидросферы Земли (океаны, моря, озера, реки, ледники и подземные воды) приходится 1,386 млрд. $км^3$. Пресные поверхностные воды (озера и реки) составляют всего лишь 0,2 млн. $км^3$, а водяной пар атмосферы - 13 тыс. $км^3$.

Общая масса распределённых по поверхности Земли снега и льда достигает примерно 2,5-3,6 т, что составляет всего лишь 0,0004% массы всей нашей планеты. Однако, такого количества достаточно, чтобы покрыть всю поверхность Земного шара 53 метровым слоем, а если бы вся эта масса вдруг растаяла, превратившись в воду, то уровень Мирового Океана поднялся бы по сравнению с нынешним примерно на 64 метра.

Химический состав льда: Н - 11,2%, О - 88,8%. Иногда лёд содержит газообразные и твердые механические примеси. В природе лёд представлен, главным образом, одной из нескольких кристаллических модификаций, устойчивой в интервале температур от 0 до 80°C, имеющей точку плавления 0°C.

Кристаллическая структура льда похожа на структуру алмаза: каждая молекула H_2O окружена четырьмя ближайшими к ней молекулами, находящимися на одинаковых расстояниях от нее, равных 2,76А и размещённых в вершинах правильного тетраэдра. В связи с низким координационным числом структура льда является ажурной, что влияет на его плотность (0,917).

Свойства льда: Лёд бесцветен. В больших скоплениях он приобретает синеватый оттенок. Блеск стеклянный. Прозрачный. Спайности не имеет. Твердость 1,5. Хрупкий. Оптически положительный, показатель преломления очень низкий ($n = 1,310$, $n_m = 1,309$).

Формы нахождения льда: В природе лёд - очень распространенный минерал. В земной коре существует несколько разновидностей льда: речной, озёрный, морской, грунтовый, фирновый и глетчерный. Чаще он образует агрегатные скопления мелкокристаллических зерен. Известны также кристаллические образования льда, возникающие сублимационным путем, т. е. непосредственно из парообразного состояния. В этих случаях лёд имеет вид скелетных кристаллов (снежинки) и агрегатов скелетного и дендритного роста (пещерный лёд, изморозь, иней и узоры на стекле). Крупные хорошо огранённые кристаллы встречаются, но очень редко.

Ледяные сталактиты, называемые в просторечии "сосульки", знакомы каждому. При перепадах температур около 0° в осенне-зимние сезоны они растут повсеместно на поверхности Земли при медленном замерзании (кристаллизации) стекающей и капающей воды. Они обычны также в ледяных пещерах.

Ледяные забереги представляют собой полосы ледяного покрова из льда, кристаллизующегося на границе вода-воздух вдоль краёв водоёмов и окаймляющие края луж, берега рек, озёр, прудов, водохранилищ, и т.п. при незамерзающей остальной части водного пространства. При их полном срастании на поверхности водоёма образуется сплошной ледяной покров.

Лёд образует также параллельно-шестоватые агрегаты в виде волокнистых прожилков в пористых грунтах, а на их поверхности - ледяные антолиты.

Образование и месторождения льда: Лёд образуется в основном в водных бассейнах при понижении температуры воздуха. На поверхности воды при этом появляется ледяная каша, сложенная из иголочек льда. Снизу на нее нарастают длинные кристаллики льда, у которых оси симметрии шестого порядка размещаются перпендикулярно к поверхности корочки. Соотношения между кристаллами льда при разных условиях образования показаны на рис. Лед распространен всюду, где имеется влага и где температура опускается ниже 0°C . В некоторых районах грунтовый лед оттаивает только на незначительную глубину, ниже которой начинается вечная мерзлота. Это так называемые районы вечной мерзлоты; в областях распространения многолетнемерзлых пород в верхних слоях земной коры встречаются т.наз. подземные льды, среди которых различают современный и ископаемый подземный лёд. Не менее 10% всей площади суши Земли покрывают ледники, слагающая их монолитная ледяная порода носит название ледниковый лёд. Ледниковый лёд образуется в основном из скопления снега в результате его уплотнения и преобразования. Ледниковый покров занимает около 75% площади Гренландии и почти всю Антарктиду; самая большая мощность ледников (4330 м.) - установлена близ станции Бэрд (Антарктида). В центральной Гренландии толщина льда достигает 3200 м.

Месторождения льда общеизвестны. В местностях с холодной долгой зимой и коротким летом, а также в высокогорных районах образуются ледяные пещеры со сталактитами и сталагмитами, среди которых наиболее интересными являются Кунгурская в Пермской области Приуралья, а также пещера Добшине в Словакии. В результате замерзания морской воды образуется морской лёд. Характерными свойствами морского льда являются солёность и пористость, которые определяют диапазон его плотности от $0,85$ до $0,94\text{ г/см}^3$. Из-за такой малой плотности льдины возвышаются над поверхностью воды на $1/7$ - $1/10$ своей толщины. Морской лёд начинает таять при температуре выше $-2,3^{\circ}\text{C}$; он более эластичен и труднее поддается раздроблению на части, чем лёд пресноводный.

Атмосферный лед - ледяные частицы, взвешенные в атмосфере или выпадающие на земную поверхность (твердые осадки), а также ледяные кристаллы или аморфный налет, образующийся на земной поверхности, на поверхности наземных предметов и на летательных аппаратах в воздухе. Снег - твердые осадки, выпадающие в виде снежинок. Снег выпадает из многих видов облаков, в особенности из слоисто-дождевых (снегопад). Снег - типичный зимний вид осадков, образующий снежный покров. Иней - тонкий неравномерный слой ледяных кристаллов, образующийся на почве, траве и наземных предметах из водяного пара атмосферы при охлаждении земной поверхности до отрицательных температур, более низких, чем температура воздуха. Град - атмосферные осадки в виде частичек льда круглой или неправильной формы (градин) размером 5-55 мм. Град выпадает в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков, сильно развитых вверх, обычно при ливнях и грозах.

Водный лед (ледяной покров), образующийся на поверхности воды и в массе воды на различной глубине: внутриводный, донный лед. Ледяной покров - сплошной лед, образующийся в холодное время года на поверхности океанов, морей, рек, озер, искусственных водоемов, а также приносимый из соседних районов. В высокоширотных областях существует круглогодично. Снежный (снеговой) лед - образуется промерзанием талого снега на поверхности воды при густом снегопаде или же талого снега на льду, пересыщенного водой. Пересыщение снега водой происходит или при его таянии, или при просачивании воды через трещины в ледяном покрове. Снежный лед имеет зернистую структуру, непрозрачен, содержит большое количество воздушных пузырей. Шуговый лед - возникает при замерзании воды, содержащей шуговые образования. Он образуется или непосредственно на поверхности воды в период движения шуги, или же путем примерзания последней к нижней поверхности водного или снегового льда при наличии зазора. Шуговый лед содержит обычно много пузырьков воздуха, а также включения взвешенных наносов и грунта, поэтому он менее прозрачен, чем водный и имеет неправильную структуру. Наледный лед - образуется за счет послойного намораживания воды, поступающей на поверхность ледяного покрова. Наледный лед имеет слоистую структуру с толщиной слоев до нескольких сантиметров, характерен для водотоков в районах с суровым климатом и по оптическим свойствам занимает промежуточное положение между снеговым и водным льдом. Черный лед - это лед, образовавшийся при замерзании воды при небольшом количестве рассеивающих включений; такой лед имеет темный цвет. Белый лед образуется при смерзании шуги или снега с большим количеством включений воздуха, характеризуется мелкокристаллической структурой; вследствие рассеяния света такой лед имеет белый цвет. Внутриводный лед - скопление первичных ледяных кристаллов, образующихся в толще воды и на дне водного объекта. Донный лед - лед, откладывающийся на дне водое-

ма или взвешенный в воде. Донный лед наблюдается на дне рек, морей и небольших озер, на погруженных в воду предметах и в мелких местах. Донный лед образуется при кристаллизации переохлажденной воды, имеет рыхлую пористую структуру.

Подземные льды - льды, находящиеся в верхних слоях земной коры. Подземные льды встречаются в областях распространения многолетнемерзлых пород. По времени образования различают современный и ископаемый подземный лед, по происхождению:

а) первичный лед, возникающий в процессе промерзания рыхлых отложений;

б) вторичный лед - продукт кристаллизации воды и водяных паров (а) в трещинах (жильный лед), (б) в порах и пустотах (пещерный лед), (в) погребенный лед, формирующийся на земной поверхности, а затем перекрытый осадочными породами.

Ледниковый лед - монолитная ледяная порода, слагающая ледник. Ледниковый лед образуется в основном из скопления снега в результате его уплотнения и преобразования. А также: Игольчатый лед - лед, образующийся при спокойной воде на поверхности реки. Игольчатый лед имеет вид призматических кристаллов с осями, расположенными в горизонтальном направлении, что придает льду слоистое строение. Серо-белый лед - молодой лед толщиной 15-30 см. Обычно при сжатиях серо-белый лед торосится. Серый лед - молодой лед толщиной 10-15 см. Обычно при сжатиях серый лед наслаивается. Поверхностный лед - кристаллический лед, возникающий на поверхности вод. Сало - поверхностные первичные ледяные образования, состоящие из иглообразных и пластинчатых кристаллов в виде пятен или тонкого сплошного слоя серого цвета. Забереги - полосы льда, окаймляющие берега водотоков, озер и водохранилищ, при незамерзающей остальной части водного пространства.

Искусственным льдом называется лед, полученный замораживанием воды в льдогенераторах - теплообменных аппаратах. Не следует считать, что искусственный лед должен полностью заменить естественный. Применение последнего неразрывно связано с использованием природных богатств, особенно в нашей стране с громадными запасами натурального льда. Однако нельзя не считаться с важными преимуществами искусственного льда по сравнению с естественным. Искусственный лед можно получить во всех районах, независимо от климатических условий; вырабатывать его можно нужной формы и определенного физико-химического состава. При охлаждении рыбы и рыбопродуктов и их транспортировке непосредственно во льду естественный лед не может конкурировать со льдом искусственным. В рыбной промышленности применяют лед из морской воды и лед с добавками - антисептический и антибиотический, т. е. виды искусственного льда, применение которых поднимает культуру рыбообрабатывающего производства. Лед из морской воды позволяет осуществить более глубокое охлаждение рыбы, так как таяние его протекает при температуре более низкой по сравнению с пресным льдом. Наиболее распространенными аппаратами для производства искусственного льда являются льдогенераторы блочного льда. В настоящее время появилось много усовершенствований в производстве блочного льда и созданы льдогенераторы новых его видов, представляющие большой интерес для рыбной промышленности.

Искусственный лед - это обычная вода, замороженная в искусственно созданных условиях. Лед, замороженный в естественных природных условиях (речной лед, морской лед), является льдом естественного происхождения. Для производства искусственного льда применяются льдогенераторы, морозильные камеры, холодильные машины и специальные технологические холодильные установки. Слово "искусственный" вовсе не означает материал. Оно означает способ получения льда.

Силиконовый синтетический лед завоевывает все больше и больше поклонников и становится реальным конкурентом искусственному льду. Популярность синтетического льда объясняется относительно невысокими первоначальными вложениями и низкой стоимостью дальнейшей эксплуатации. Отсутствие холодильных установок не требует сложной подготовки основания под силиконовый лед. Используется в закрытых помещениях для массового катания, любительского фигурного катания, хоккея, кёрлинга и театрализованных представлений. Этот симулятор настоящего льда можно использовать в коттедже и даже в квартире.

"Сухой лёд" - твёрдая двуокись углерода (CO_2), при обычных условиях (атмосферном давлении и комнатной температуре) переходящая в парообразное состояние, минуя жидкую фазу. По внешнему виду напоминает обычный лёд (отсюда название). Технический сухой лёд имеет плотность около 1560 кг/м^3 , при возгонке поглощает около 590 кДж/кг (140 ккал/кг). Сухой лед используется для охлаждения пищевых продуктов (например, мороженого) при их транспортировке.

и хранении, в научно-исследовательских работах для получения низких температур (около -79°C), при испытаниях и сборке некоторых агрегатов в машиностроении и т.д.

Пищевой лёд представляет собой отдельные льдинки в форме кубиков или цилиндров. Производится льдогенераторами из очищенной, фильтрованной воды. Пищевой лёд широко применяется в пищевой промышленности и сфере общественного питания. Пищевой лёд применяется как охлаждающий наполнитель в алкогольных и безалкогольных напитках, коктейлях, соках. А также для охлаждения продуктов и напитков в термоконтейнерах и на дисплейных витринах.

Колотый лёд предназначен для охлаждения продуктов и напитков, используемых на выставках и презентациях. Лёд имеет форму колотых кусков неправильной формы. Колотый лёд используется в ресторанном бизнесе для приготовления напитков и коктейлей, если напитки взбиваются в шейкере или размешиваются в стакане.

Лёд Фрапе (колотая ледяная крошка) - это строганный или мелкодробленый лёд. Используется для приготовления коктейлей с фруктами, клюшонов, игристых коктейлей "ФРАПЕ", "Мохи-то" и других напитков, которые нужно пить через соломинку. Лёд фрапе идеально подходит для выкладки морских и мясных продуктов на витрине.

Цветной лёд применяется для дизайна, оформления, украшения, охлаждения как напитков, так и продуктов питания. Соки, лимонады, коктейли можно подавать с цветными кубиками льда или раноцветными ледяными сердечками. Цветной лёд подают в посуде из толстого стекла или хрусталя. Вместе со льдом подают щипцы для льда, с помощью которых лёд кладут в стаканы. Цветной пищевой лёд получают при замораживании подслащенных фруктово-ягодных соков. Такие кусочки льда, помимо цвета, имеют приятный фруктовый вкус. Цветной лёд также используется для декорирования ледовых скульптур. В этом случае для окрашивания льда используются пищевые или синтетические красители.

2. Льдогенераторы

Льдогенераторы (генераторы льда) - теплообменные аппараты для производства искусственного водного льда. В льдогенераторах изготавливают пищевой лёд и технический лёд в виде блоков, плит, чешуек, кристаллов (снега). Льдогенераторы различают по производительности, типам льда, способам получения льда, используемым хладагентам и т.д. Льдогенераторы различаются также системой охлаждения, которая может быть водяной (W - water) или воздушной (A - air). Еще одна важная классификация льдогенераторов - по виду льда, который они производят. Основные виды льда, производимые в льдогенераторах, - формовой (кусковой) лёд, гранулированный лёд, чешуйчатый лёд. У каждого вида льда - свое предназначение! Основное применение генераторов льда - бары, рестораны, кафе, гастрономические и рыбные магазины, мясо-рыбокомбинаты, химические производства и лаборатории, любые технологические процессы, где предусмотрено использование льда.

3. Ледники

Лёдник - помещение для складирования скоропортящихся пищевых продуктов, в котором охлаждение. Ледники применяют для долгосрочного сохранения пищевых продуктов в сельском хозяйстве и в быту. Ледник состоит из помещений для хранения груза и помещения для льда, за счет таяния которого и достигается охлаждение воздуха до температуры около $+5^{\circ}\text{C}$, а при применении льдосоляных смесей - до температуры -12°C . Ледники делят в зависимости от их конструкции, назначения и запасов льда на:

- 1) ледники с долговременным запасом льда;
- 2) ледники с сезонным запасом льда;
- 3) ледники с кратковременным запасом льда; к ним относятся льдокарманные, воздуходушные и фригаторные холодильники.

Ледник с сезонным запасом льда представляет собой строительное деревянное сооружение небольших размеров, изолированное торфоплитами или опилками, обеспечивающее поддержание температуры воздуха в охлаждаемом объеме $4-8^{\circ}\text{C}$ и влажности 85-95%. Ледники бывают наземные и подземные, с верхним, центральным, боковым и нижним расположением льда. В настоящее время наиболее распространены наземные и подземные ледники с центральным расположением льда емкостью 5,8 и 12 т. Льдохранилище 2, расположенное посередине, отделено от камер хранения / перегородками, имеющими сверху и внизу продухи - окна, перекрываемые шиберами. Через нижние продухи холодный воздух поступает в камеру хранения, через верхние - отепленный воздух возвращается для охлаждения в льдохранилище.

Для отвода талой воды льдохранилище имеет канализационную систему с гидравлическим затвором, чтобы теплый воздух не поступал в помещение. В льдохранилище загружают, как пра-

вило, естественный лед из водоемов или из бунтов через специальные люки в задней стене ледника. Пространство между кусками засыпают дробленым льдом и смораживают в общий массив для уменьшения поверхности льда, соприкасающейся с воздухом, и соответственно процента растаившего льда. Емкость льдохранилища должна быть в 2,5-5 раз больше емкости камер хранения и зависит от размера ледника. В ледниках с боковым расположением льда льдохранилище примыкает с одной стороны к камере хранения, циркуляция воздуха осуществляется через продухи в разделяющей их перегородке.

Их строят в основном малых размеров, емкостью от 3 до 5 т. Ледники с нижним расположением льда выполняют в виде погреба, углубленного в землю, с засыпкой стен изоляцией, а сверху делают навес для защиты от солнечной радиации. Такие ледники применяют в небольших хозяйствах и используют в качестве льдохранилищ постоянного типа. Несмотря на простоту устройства, применение их ограничено тем, что они не обеспечивают хороших условий хранения груза. Холодный воздух, более тяжелый, остается внизу, в льдохранилище, а теплый остается в камере хранения, поэтому часто продукты хранят, укладывая их на лед. Кроме того, затруднен отвод талой воды, так как льдохранилище заглублено.

Ледники с верхним расположением льда требуют прочного перекрытия для укладки льда, защиты нижней поверхности перекрытия от конденсации на ней влаги. Поскольку усложнена загрузка льда в льдохранилища, последние в настоящее время не строят. Расчет ледника состоит в определении необходимой площади камер хранения в зависимости от количества хранящегося груза, в определении теплопритоков в ледник и соответственно количества льда, которое обеспечило бы поддержание заданной температуры воздуха в камерах хранения. На основании известного количества льда определяют размеры льдохранилища.

Площадь камер хранения устанавливают по нормам нагрузки на 1 м² площади камеры в зависимости от рода продукта. При выполнении калорического расчета принимают среднюю температуру наружного воздуха за период с апреля по сентябрь для северной полосы от 12 до 14°C, для средней полосы - 14-16° С, для южной - от 16 до 20° С; температуру почвы - соответственно до 8°C, от 8 до 10°C, от 10 до 12°C; температуру в камере хранения 4-4-6°C и в льдохранилище 0-1,2°C.

Коэффициент теплопередачи ограждения ледника. Учитывают также охлаждение продуктов в леднике и теплопритоки при открывании дверей, принимаемые равными примерно 20% от теплопритоков через наружные ограждения. Расход льда за сезон т/сезон. Количество льда, загруженного в ледник, должно быть больше расчетного на 20%.

Льдохранилище набивают льдом в конце зимы, чтобы обеспечить минимальное таяние льда и сморозить отдельные блоки или куски льда в монолит. Загрузочные люки и двери плотно закрывают и открывают только при следующей загрузке. Ледники используют только в утреннее время, не допуская длительного открывания дверей или неплотного их закрывания. Талая вода должна немедленно и беспрепятственно отводиться. В камерах должно быть чисто, продухи между камерой и льдохранилищем должны быть открыты, в противном случае охлаждение прекратится. Ежегодно ледники ремонтируют, уделяя особое внимание состоянию изоляции.

4. Применение льда в различных отраслях промышленности

Лед используется:

- на предприятиях торговли и питания для организации прилавков и витрин с рыбой и деликатесными продуктами, для оформления шведского стола или салат-бара;
- для производства ледяной посуды;
- в хлебопекарной промышленности для охлаждения теста;
- на мясоперерабатывающих предприятиях для предотвращения нагрева фарша в процессе куттерования;
- на предприятиях по добыче и переработки рыбы для охлаждения рыбы и морепродуктов с момента отлова до поступления в продажу;
- в химической и фармацевтической промышленности для охлаждения процессов;
- в сельском хозяйстве для предварительного охлаждения фруктов и овощей;
- в строительной индустрии для охлаждения бетона;
- для создания ледовых скульптур, ледяных фигур и различных декоративных изделий из льда, используемых для оформления праздничных и торжественных мероприятий;
- получение ледяной воды для различных целей.

2.3 Лабораторная работа № 3 (3 часа)

Тема: Охлаждающие среды

2.3.1 Цель работы: ознакомиться с охлаждающими средами.

2.3.2 Задачи работы:

1. Газообразные среды
2. Жидкие среды
3. Твердые охлаждающие и теплопередающие среды
4. Измерение и контроль параметров

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Мультимедийное оборудование, тетрадь, ручка

2.3.4 Описание (ход) работы:

1. Газообразные среды

В холодильной обработке и хранении продовольственных товаров распространение получила воздушная среда как наиболее безопасная, технологичная и экономичная.

В комбинации с воздухом в качестве газовой охлаждающей среды на практике применяют также диоксид углерода, азот, модифицированную и регулируемую газовую среду.

Атмосферный воздух – это базовая смесь сухого воздуха и водяных паров. В состав сухого воздуха входят азот (78%), кислород (21%), углекислый газ (0,02-0,03%), а также аргон, неон, гелий, водород. Количество водяного пара, содержащегося в 1 куб. м воздуха, может колебаться от долей грамма до нескольких десятков граммов, что зависит от его температуры. Водяной пар в 1,6 раза легче воздуха.

Основными физическими величинами, характеризующими воздух как охлаждающую среду, являются температура, относительная влажность, парциальное давление насыщенных паров, скорость движения воздуха.

Температура – термодинамическая величина, характеризующая тепловое состояние тела и определяющая степень его нагретости. Прямо пропорциональна кинетической энергии теплового движения молекул.

Относительная влажность воздуха характеризует степень его насыщения водяными парами и измеряется как отношение количества водяного пара, содержащегося в 1 куб. м воздуха, к максимальному количеству водяного пара, которое может содержаться в этом объеме при той же температуре. Относительную влажность выражают в процентах или относительных единицах.

Большинство продуктов животного и растительного происхождения содержит значительное количество воды, причем до 90% ее находится в свободном виде в межклеточных пространствах и в составе ткани в виде мельчайших капель. Такая вода легко удаляется из продукта и так же легко поглощается им, поэтому в камерах холодильной обработки и хранения воздух имеет высокую относительную влажность. Она устанавливается в зависимости от соотношения влагопритоков от продуктов, через ограждения, дверные проемы и влагоотвода (конденсации) на охлаждающих приборах.

С повышением температуры воздуха увеличивается его влагоудерживающая способность. Поскольку вне камеры температуры обычно выше, то содержание влаги и парциальное давление также более высокие. Под действием разности парциальных давлений поток влаги через ограждающие конструкции направлен внутрь камер, а холодный воздух, содержащий меньшее количество водяных паров – наружу. Соотношение количества влаги, поступившей в камеры вместе с теплым воздухом и ушедшей с холодным, определяет величину тепло- и влагопритока.

При естественных условиях парциальное давление насыщенных паров над поверхностью продуктов, как правило, выше, чем в воздухе холодильной камеры, что вызывает перенос влаги от продукта к воздуху и потерю массы продукта (усушку).

Перенос влаги вследствие испарения зависит и от скорости движения воздуха. При контакте с приборами охлаждения воздух, насыщенный водяными парами, отдает часть влаги, которая оседает на них в виде капель или инея. Процесс этот носит постоянный характер. Соотношение между количеством влаги, поступившей к воздуху в камере и отданной воздухом теплоотводящим охлаждающим поверхностям, определяет установившееся значение относительной влажности воздуха в камере.

Масса испарившейся влаги G , кг, может быть определена по разности парциальных давлений у поверхности продукта и в окружающей среде:

$$G = \beta \cdot (P - P^* \phi) \cdot F \cdot \tau,$$

где β – коэффициент испарения, кг ($\text{м}^2 \text{ Па с}$), P – парциальное давление насыщенного пара у поверхности продукта, Па; P' – парциальное давление насыщенного пара в окружающей среде, Па; ϕ – относительная влажность воздуха в холодильной камере; F – площадь испаряющейся поверхности, м^2 , τ – продолжительность процесса испарения.

В камерах длительного хранения продуктов поддерживают оптимальное значение относительной влажности путем автоматического регулирования количества водяного пара, подаваемого в камеру.

Газообразный диоксид углерода может применяться при всех методах холодильной обработки, а также в сочетании с другими методами консервирования.

При атмосферном давлении диоксид углерода тяжелее воздуха, он имеет меньшую удельную теплоемкость – соответственно 0,837 и 1,0006 кДж/(кг К) и коэффициент теплопроводности соответственно 0,0137 и 0,0242 Вт (м К). Плотность сухого льда 1,4-1,5 кг/дм³, а объемная холодопроизводительность – в три раза выше, чем водяного. При помощи диоксида углерода можно получить широкий диапазон температур, а в смеси с эфиром до -100°C .

На диаграмме равновесия фаз диоксида углерода видны три линии, выходящие из одной точки а, называемой тройной. При параметрах, соответствующих этой точке ($P = 5,28 \cdot 10^6 \text{ Па}$, $t = -56,6^\circ\text{C}$), диоксид углерода может находиться сразу в трех состояниях, а ниже $5,28 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – только в твердом и газообразном. Это означает, что если к твердому диоксиду углерода подвести теплоту при давлении, меньшем указанного, то он перейдет в газообразное состояние, минуя жидкую фазу (сублимация). При дросселировании диоксида углерода с давления 2-3 МПа до атмосферного можно получить струю газообразной и мелкодисперсной (в виде снега) смеси температурой -79°C . При разбрызгивании ее в камере и на продукты дополнительно создается сильная циркуляция, и за счет испарительного эффекта отводится теплота, что способствует ускорению охлаждения. Диоксид углерода тормозит развитие микроорганизмов, что способствует созданию консервирующего эффекта при хранении продуктов.

Степень его воздействия зависит от концентрации, температуры среды и вида микроорганизмов.

Холодильное хранение продуктов в сочетании с диоксидом задерживает развитие плесневых грибов, бактерий, а эффективность процесса хранения определяется его температурой. Консервирующее действие диоксида углерода усиливает поваренная соль. Кроме того, он обладает хорошей растворимостью в жирах и продуктах с высоким содержанием жира, где находится в свободном состоянии, а при перемещении продукта в обычную среду легко выделяется. Растворяясь в жире, диоксид углерода вытесняет из него кислород, что способствует замедлению окисления жира при длительном хранении.

Перспективно применение диоксида углерода для замораживания мяса в полутушах, охлаждения и замораживания мяса после обвалки в парном виде, охлаждения и замораживания мяса птицы, замораживания полуфабрикатов и формования фаршевых изделий, упаковки продуктов в среде диоксида углерода, охлаждения транспортных средств, реализации мороженого и т.д.

Газообразный азот для охлаждения и замораживания продуктов получают из жидкого азота, который хранится в специальных резервуарах при давлении несколько выше атмосферного. Жидкий азот имеет температуру кипения $-195,8^\circ\text{C}$ и в газообразном виде позволяет понижать температуру в охлаждаемом объеме очень быстро и в широком диапазоне. Поскольку воздух на 78% состоит из азота, физические свойства этих газов различаются мало. Так, азот имеет несколько меньшую плотность и коэффициент теплопроводности, а теплоемкость выше. Теплота фазового превращения примерно в три раза ниже, чем у диоксида углерода. При охлаждении продуктов средний расход газообразного азота составляет 1-1,2 кг на 1 кг продукта, а с учетом сравнительно высокой стоимости его применяют для хранения особо ценных продовольственных товаров (либо при отсутствии энергии). В тоже время его применение достаточно эффективно при предварительном охлаждении плодов и транспортировании безмашинным холодильным транспортом. При охлаждении, транспортировании и хранении продуктов принимают меры для предотвращения подмораживания. С этой целью газ низкой температуры в специальном резервуаре перемешивают с газом из охлаждаемого помещения, понижая его температуру до необходимой. При использовании газообразного азота, так же как и диоксида углерода, резко сокращается содержание кислорода, что тормозит развитие микроорганизмов и окислительные процессы.

2. Жидкие среды

В качестве жидких охлаждающих сред для охлаждения продуктов используют ледяную воду и слабые солевые растворы, а для замораживания – водные растворы солей высокой концентрации, гликоли, жидкие азот, диоксид углерода и воздух, хладоны и т.д.

Жидкие среды обладают большей теплопроводностью и теплоемкостью, чем газообразные, поэтому при их применении существенно сокращается продолжительность холодильной обработки продуктов.

Для охлаждения продуктов до температуры, близкой к 0°C , применяют чистую ледяную воду. Охлаждают продукты методами погружения или орошения. Эти способы достаточно эффективны для охлаждения птицы, рыбы, плодов.

Более низкие температуры можно получить при использовании слабых солевых растворов – морской воды и слабых растворов хлорида натрия, магния, кальция. Температура замерзания морской воды в зависимости от содержания в ней солей колеблется от $-1,5$ до -3°C . Лучшие результаты дает добавление льда в холодную воду.

Продолжительность охлаждения в холодной воде зависит от вида и объема продукта, температуры воды, скорости ее циркуляции и составляет от нескольких минут до нескольких часов.

Для замораживания продуктов применяют водные растворы солей высокой концентрации. При повышении концентрации соли температура их замерзания понижается. Самая низкая температура их замерзания называется криогидратной, а соответствующая концентрация соли – эвтектической. Такое состояние является следствием термодинамического равновесия трех фаз – раствора, соли и льда. С дальнейшим повышением содержания соли в смеси температура плавления не понижается, а повышается.

На практике применяют водные растворы солей хлорида натрия, магния и кальция, которые при эвтектической концентрации имеют минимальную температуру замерзания соответственно $-21,2$, $-33,6$ и -55°C . Ограниченно используют также растворы сульфата натрия, цинка и хлорида калия, криогидратная температура которых составляет соответственно $-1,2$, $-6,5$ и $-11,1^{\circ}\text{C}$.

Хлорид натрия дешев, обладает высокой теплопроводностью, но имеет большую коррозионную способность, при замораживании неупакованных продуктов частично их просаливает; к тому же он весьма токсичен, что ограничивает применение растворов этих солей. Как правило, их используют в закрытых системах охлаждения, которые меньше подвержены коррозии благодаря более низкому содержанию кислорода и применению специальных добавок – пассиваторов (силикат натрия, хромовая смесь и др.), уменьшающих коррозию. Наибольшее применение они находят в безмашинных способах охлаждения холодоаккумуляторами с эвтектическим раствором (эвтектические плиты) на холодильном транспорте, а также при рассольном охлаждении в старых системах охлаждения больших холодильников.

Гликоли – жидкости, водные растворы которых имеют низкую температуру замерзания. Гликоли менее агрессивны по отношению к металлам, но более вязки и менее теплопроводны. Этиленгликоль слабо ядовит, без запаха, смешивается с водой в любых соотношениях, температура замерзания чистого этиленгликоля – $17,5^{\circ}\text{C}$, а его 70%-ного раствора в воде $-67,2^{\circ}\text{C}$. Пропиленгликоль в водных растворах не взаимодействует с металлами, не токсичен. Эти хладоносители очень эффективны для быстрого замораживания продуктов небольшой массы в упакованном виде.

Для замораживания продуктов до -40°C можно использовать также дихлорметан, представляющий собой бесцветную жидкость, почти нерастворимую в воде, с температурой замерзания -6°C . К его недостаткам относятся небольшая теплоемкость и горючесть.

Жидкий азот применяют для замораживания особо ценных продуктов орошением или погружением, а также для получения газообразного азота и его использования в смеси с воздухом. Температура кипения жидкого азота $-195,6^{\circ}\text{C}$, поэтому между замораживаемым продуктом и охлаждающей средой создается большой температурный перепад, что значительно интенсифицирует процесс. Аналогично используют жидкие диоксид углерода, воздух, хладоны.

3. Твердые охлаждающие и теплопередающие среды

К твердым охлаждающим средам относят водный лед, смесь льда и соли (льдосоляное охлаждение), сухой лед.

Водный лед, полученный из пресной и морской воды, используют для охлаждения, хранения и транспортирования продуктов питания.

Широкое применение льда в качестве охлаждающей среды объясняется прежде всего его физическими свойствами, а также экономическими факторами. Температура плавления водного льда при атмосферном давлении 0°C , удельная теплота плавления $334,4$ Дж/кг, плотность $0,917$

кг/м², удельная теплоемкость 2,1 кДж/(кг К), теплопроводность 2,3 Вт/(м К). При переходе воды из жидкого состояния в твердое (лед) происходит увеличение объема на 9%.

Естественный лед заготавливают путем вырезания или выпиливания крупных блоков из льда, образовавшегося на естественных водоемах, послойного намораживания воды на горизонтальных площадках, наращивания сталактитов в градирнях (особым спросом для пищевых целей пользуется гренландский и антарктический лед, как наиболее чистый. Возраст гренландского льда более 100000 лет.). Лед хранят на площадках в буртах, укрытых насыпной изоляцией, и в льдохранилищах с постоянной и временной теплоизоляцией.

Искусственный лед получают путем замораживания чистой пресной или морской воды в льдогенераторах. Качество льда, его форма, размер и способ получения, хранения и доставки потребителю обусловлены назначением и спецификой применения.

Матовый лед изготавливают из питьевой воды без какой-либо ее обработки в процессе замораживания. В отличие от естественного он имеет молочный цвет, обусловленный наличием большого количества пузырьков воздуха, которые образуются в процессе превращения воды в лед. Пузырьки уменьшают проницаемость льда для световых лучей, и он становится непрозрачным.

Прозрачный лед по виду напоминает стекло. Для его получения в форму наливают воду и при помощи форсунок продувают через нее сжатый воздух. Проходя через замораживаемую воду, он захватывает и увлекает за собой пузырьки воздуха. Прозрачный лед изготавливают в виде кусков небольших размеров и используют для охлаждения напитков.

Лед с бактерицидными добавками предназначен для охлаждения рыбы, мяса, птицы и некоторых видов овощей путем непосредственного соприкосновения с ними. Бактерицидные добавки снижают обсемененность продуктов микроорганизмами.

В зависимости от формы и массы искусственный лед бывает блочный (5-250 кг), чешуйчатый, прессованный, трубчатый и снежный.

Блочный лед дробят на крупный, средний и мелкий.

Чешуйчатый лед получают путем напыления воды на вращающийся барабан, плиту или цилиндр, являющиеся испарителями хладагента. Вода на поверхности барабана быстро замерзает, а образовавшийся лед при его вращении срезается фрезами или ножом. Льдогенераторы производят от 60 до 5000 кг/сут такого льда. Чешуйчатый лед эффективен при охлаждении рыбы, мясных изделий, зеленых овощей, некоторых плодов. Наибольший коэффициент теплоотдачи достигается, когда при охлаждении продукты плотно соприкасаются со льдом.

В результате смешивания дробленого водного льда с различными солями помимо теплоты таяния льда поглощается теплота растворения соли в воде, что позволяет существенно понизить температуру смеси. Раствор может быть охлажден до криогидратной точки.

Льдосоляное охлаждение осуществляют как контактным, так и бесконтактным способом.

Недостатком контактного льдосоляного охлаждения является просаливание продукта, которое при длительном хранении стимулирует окисление жира, вызывает снижение товарного вида и потребительских достоинств. Бесконтактное льдосоляное охлаждение в виде полых плит с эвтектическими растворами позволяет избежать этих недостатков.

Сухой лед – твердый диоксид углерода. Производство сухого льда состоит из трех последовательных стадий: получения чистого газообразного диоксида углерода, сжижения его до образования снегообразной массы и прессования последней блоками плотностью 1400-1500 кг/м³. Различают его производство по циклу высокого, среднего и низкого давлений.

Сухой лед из жидкого диоксида углерода также получают двумя способами: дросселированием жидкого диоксида углерода по давлению тройной точки с последующим прессованием рыхлого влажного снега в блоки сухого льда, дросселированием до атмосферного давления с уплотнением блока льда в процессе льдообразования. Как охлаждающая среда он имеет значительные преимущества перед влажным льдом: холодопроизводительность на единицу массы в 1,9, а на единицу объема в 7,9 раза больше; при атмосферном давлении сухой лед переходит в газообразное состояние, минуя жидкую фазу, что исключает увлажнение поверхности продукта. Благодаря низкой температуре сублимации сухого льда (-78,9 С) и выделению газообразного диоксида углерода понижается концентрация кислорода у поверхности продукта создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

Сухой лед укладывают поверх и между упаковок продуктов и используют как охлаждающую среду для хранения мороженого, фруктов, ягод. Сухой дробленый лед используют в специальных системах охлаждения, для чего его помещают в металлические емкости. Продукты сублимации льда отводят в грузовой объем помещения или наружу.

Прямым эжектированием жидкого диоксида углерода получают твердый гранулированный, или снегообразный, диоксид углерода, который используют для охлаждения упакованных продуктов (мясных, рыбных, овощных).

В многоплиточных и конвейерных морозильных аппаратах в качестве теплопередающей среды используют различные металлы в виде полых плит, внутри которых циркулирует промежуточный хладоноситель. Металлы имеют высокую тепло- и температуропроводность и, непосредственно соприкасаясь с продуктом, интенсифицируют теплообмен. Наиболее широко применяют сталь, чугун, мель, алюминий и алюминиевые сплавы.

В качестве охлаждающей взвешенной в воздухе промежуточной теплопередающей среды при флюидизационном способе замораживания применяют мелкодробленый лед, полимерные шарики, а также композиции (например, смесь, состоящую из манной крупы, сахара, соли и мелкодробленого льда). Такая среда под воздействием направленного вверх с небольшой скоростью воздушного потока, создаваемого вентиляторами, превращается в кипящий слой, через который движется замораживаемый продукт. Таким способом замораживают ягоды, овощи, полуфабрикаты.

4. Измерение и контроль параметров

Основные режимные параметры холодильной обработки и хранения продуктов – температура, относительная влажность воздуха и скорость его движения. Они взаимосвязаны и в совокупности позволяют достаточно точно охарактеризовать состояние охлаждающей среды и продуктов.

Наиболее важным параметром, который необходимо поддерживать в заданных пределах, является температура охлаждающей среды и продуктов.

Средства и методы контроля температурного режима занимают важное место в обеспечении нормального функционирования системы холодильной цепи. Для этого используют как классические термоизмерительные средства (термометры, термографы), так и различные специальные термоиндикаторы и электронные цифровые приборы. Условия функционирования различных звеньев холодильной цепи имеют свои особенности, поэтому необходимо, чтобы термоизмерительные средства соответствовали конкретным условиям и типам используемого холодильного оборудования. Контроль за температурой осуществляют для того, чтобы зарегистрировать отклонения от требуемого режима, а также убедиться в том, что оборудование функционирует нормально.