МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ–ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.СТОЛЫПИНА»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Направление подготовки: 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Направление подготовки:

Профиль: Технология продукции и организация ресторанного бизнеса

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная, очно-заочная

Димитровград – 2022 г

УДК 636

Шигапов И.И. ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ: учебно-методический комплекс для подготовки бакалавров по направлению 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания – И.И. Шигапов -Димитровград, Технологического института филиал -ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2022.-67 с.

Учебно-методический комплекс подготовлен в соответствии с програм-мой курса, рекомендуется студентам для самостоятельной подготовки. Включает программу курса, методические указания по изучению дисциплины и организации самостоятельной работы, теоретический курс, практические занятия, тематику самостоятельной работы, контрольные тесты, вопросы к экзамену.

Рекомендовано к печати методическим советом

Технологического института

филиал -ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,

2022.Протокол №2 от 10.10.2022

№ п/п	Содержание
1	Цели освоения дисциплины
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
3	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины
4	Учебно-методические материалы
4.1	Краткий курс лекций
4.2	Лабораторные занятия
4.3	Внеаудиторная самостоятельная работа студентов
4.4	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) является:

определение параметров работы холодильного оборудования и его технических возможностей с учетом дальнейшего обучения и подготовки к профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- изучение физических принципов получения низких температур, видов холодильного технологического оборудования;

- изучение схем холодильных установок;

- определение оптимальных режимов работы систем холодоснабжения;

- управление материальными ресурсами и персоналом департаментов (служб, отделов) предприятия питания **(В/01.6)**;

- организация профессионального обучения и аттестации работников производства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Холодильное оборудование предприятий общественного питания» относится к дисциплине по выбору вариативной части теоретического блока Б1.В.ДВ.03.

Дисциплина «Холодильное оборудование предприятий общественного питания» базируется на знаниях, полученных ранее при освоении дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теплотехника», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Безопасность жизнедеятельности», «Оборудование предприятий общественного питания». Дисциплина необходима для успешного освоения дисциплин: «Проектирование предприятий общественного питания», «Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания», для прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

профессиональные:

- готовностью эксплуатировать различные виды технологического оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности разных классов предприятий питания (ОПК-4);

- готовностью устанавливать требования и приоритеты к обучению работников по вопросам безопасности в профессиональной деятельности и

поведению в чрезвычайных ситуациях (ПК-9);

ОПК-4

знать:

- принципы получения искусственного холода, схемы холодильных установок, виды хладагентов и хладоносителей;

уметь:

- производить расчет режимов технологических процессов холодильной обработки пищевой продукции, поддерживать оптимальный температурный режим работы технологического оборудования и регулирования параметров процессов.

владеть:

- рациональными методами эксплуатации холодильного оборудования для холодильной обработки пищевой продукции;

ПК-9:

знать:

- производственные процессы и требования к безопасности труда на производстве.

уметь:

- *управлять материальными ресурсами и персоналом департаментов (служб, отделов) предприятия питаниям* **(B/01.6)**;

- проводить контроль параметров воздуха, шума, вибрации, электромагнитных, тепловых излучений и уровня негативных воздействий на их соответствие к нормативным требованиям;

- создавать и поддерживать безопасные условия выполнения производственных процессов.

владеть:

- навыками создания и поддерживания безопасных условий выполнения производ-ственных процессов.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1 Краткий курс лекций

Лекция №1
Тема1Введение.Промышленные технологии, применяющие искусственный холод

Осуществление различных технологических процессов при температурах ниже температуры окружающей среды связано с **производством искусственного холода**. Этих технологий становится все больше, и они находят все большее применение во многих отраслях народного хозяйства. Остановимся на рассмотрении наиболее важных технологий по отраслям промышленности. Холодильная технология пищевых продуктов охватывает сельское хозяйство; перерабатывающую — мясную и молочную промышленность; торговлю; транспорт (автомобильный, железнодорожный и водный); рыбодобывающую и рыбоперерабатывающую с рыбопромысловыми и перерабатывающими базами и судами. Для осуществления холодильной технологии пищевых продуктов создана холодильная цепь, звенья которой предназначены для создания необходимых температурно-влажностных режимов для холодильной обработки, хранения, транспортирования и реализации пищевых продуктов.С целью обеспечения длительного сохранения высокого качества скоропортящихся продуктов холодильные установки должны поддерживать нужный технологии **температурный режим среды**: для охлаждения до —5°С, замораживания — 35 −40°С, хранения продуктов в охлажденном виде 0 −2°С, в замороженном —20 −30°С. Температурный режим транспортных рефрижераторов зависит от вида перевозимых продуктов и предварительного процесса холодильной технологии — их охлаждения или замораживания.

Перерабатывающая промышленность и торговля являются крупными потребителями холода. С помощью холодильной технологии в этих отраслях обрабатывают не менее 50 млн. т различных продуктов животного и растительного происхождения. Потребность в холоде непрерывно возрастает. Именно из-за недостаточного использования искусственного холода в мире теряется в среднем 25—30% произведенных пищевых продуктов.

Развивающейся отраслью промышленности является концентрирование соков, получение сухих порошков из концентрированных соков, а также продуктов с промежуточной влажностью с целью их хранения при обычных температурах, сублимационная сушка. Холодильная цепь пищевой технологии использует различные холодильные установки: одно- и двухступенчатого сжатия. Для осуществления технологии обработки холодом используют как холодильники, так и различные морозильные

аппараты. В технологических процессах в нефтяной, газовой и химической промышленности применяют искусственный холод в диапазоне умеренных температур (примерно до —100°С).

В нефтяной промышленности искусственное охлаждение используют в технологических процессах, где применяют в основном системы непосредственного кипения холодильного агента в поверхностных аппаратах. Выбор холодильного агента определяется условиями работы предприятий. Чаще всего используют углеводороды, которые имеются в достаточном количестве на данном производстве. Они имеют высокую молекулярную массу, и поэтому возможно применение в холодильной установке центробежных компрессоров.

В газовой промышленности искусственный холод применяют при подготовке газа к транспортированию и при переработке нефтяных и природных газов газоконденсатных месторождений. При этом используют как внешние, так и. внутренние холодильные циклы, в которых холод получают в процессе переработки газа (дросселирование жидкостей или расширение газа), а также комбинированные циклы. Температура транспортируемого газа —5 −25°С, давление 5,5 МПа. Потребность в холоде измеряется десятками тысяч киловатт и требует применения высокопроизводительного турбокомпрессорного оборудования с газовыми или паровыми приводами компрессоров. В холодильных установках используют аппараты воздушного охлаждения, а в качестве хладагента — углеводороды (этан, пропан), которые получают при переработке газов.

Одним из основных процессов, применяемых при переработке газа, является процесс низкомолекулярной конденсации, основанный на различии температур конденсации компонентов, входящих в состав газа. Низкотемпературная конденсация компонентов проходит при разных температурах на одно-, двух- и трехступенчатых температурных уровнях, которые получают в соответствующих холодильных установках.

В химической промышленности (получение этилена, фармацевтических и биохимических препаратов, производство азотное, синтетического каучука, хлора и др.) имеется многообразие систем холодоснабжения с различным типом холодильных машин, начиная с небольших поршневых компрессоров и кончая крупными центробежными агрегатами производительностью в несколько тысяч киловатт. Широко применяют абсорбционные установки, использующие теплоту технологических процессов, либо теплофикационные отборы ТЭЦ. Азотное производство включает предприятия синтеза аммиака и некоторые производства азотной кислоты. Для производства аммиака применяют теплоиспользующие абсорбционные водоаммиачные машины и аммиачные центробежные компрессорные агрегаты. Для производства этилена используют искусственный холод температурных уровней от 6 до —

100°С. При этом применяют системы непосредственного кипения на холодильниках агентах—этилене и пропилене (продуктах данного производства). Производство синтетического каучука основано на полимеризации непредельных углеводородов — мономеров, для чего требуется искусственный холод на температурном уровне от 7 до —40°С. Вторая стадия технологии получения каучука проводится при —100°С. Крупным потребителем холода в химической промышленности является производство химических волокон, изготовленных из различных видов синтетических полимеров. В данной отрасли применяют только системы охлаждения с промежуточным хладоносителем с температурным уровнем 20 −10°С. Потребность в холоде крупных комбинатов достигает 35—58 МВт.

Технологические процессы в производстве химико-фармацевтических препаратов, витаминов и антибиотиков сопровождаются потреблением искусственного холода на температурном уровне — 10 —15°С.

При получении белково-витаминных концентратов путем синтеза смеси жидких парафинов нефти и минеральных солей со специальной культурой дрожжей потребность в холоде весьма значительна: 1 т продуцента в производстве белково-витаминных концентратов выделяет 16 ГДж теплоты, производство лизина — до 54,5 ГДж. При современной мощности заводов потребность в холоде измеряется десятками тысяч киловатт.

Холод применяется при термической обработке сталей, стабилизации и восстановлении размеров деталей, запрессовке для создания неподвижных посадок, для охлаждения ванн анодирования, старения алюминиевых сплавов, осушке сжатого воздуха, гибке труб с замороженной в них водой, в установках кондиционирования воздуха.

Температурные режимы перечисленных холодильных технологий обработки металлов находятся в пределах —30 −120°С. В верхнем интервале можно использовать серийно выпускаемые парокомпрессионные машины двухступенчатого сжатия (до —60°С) и каскадные машины (до —80°С). Возможно снижение температурного уровня до —120°С, если применить смеси холодильных агентов.

В строительной технологии применяют искусственный и естественный холод для замораживания грунтов при строительстве подземных сооружений (шахт, туннелей, хранилищ сжиженного газа), для создания противофильтрационных завес в плотинах мерзлого типа и других гидротехнических сооружениях, а также для укрепления грунтов у основания зданий, нефте- и газопроводов, для охлаждения массивных бетонных сооружений (массивных плотин и.т.п.).

Лекция №2

Тема 2.Теплотехнические и термодинамические основы холодильных машин.

Для получения низких температур используют физические процессы, которые сопровождаются поглощением теплоты: фазовый переход вещества, сопровождающийся поглощением теплоты; - плавление; - кипение (испарение); сублимация; изоэнтропное дросселирование газа (эффект Джоуля-Томпсона); изоэнтропное расширение газа (эффект Ранка- Хильша или вихревой эффект); термоэлектрический эффект (эффект Пельтье).

Под **холодильной машиной** понимают комплекс устройств, необходимых для осуществления замкнутого цикла перехода вещества холодильного агента из одного агрегатного состояния в другое с целью получения низких температур. С помощью холодильной машины осуществляется непрерывный перенос тепла от холодных тел к более теплым. На работу холодильной машины затрачивается энергия. Закон сохранения энергии при взаимных превращениях тепла и работы можно сформулировать следующим образом: работа может производиться за счет тепла, при этом на каждую единицу полученной работы расходуется определенное количество тепла. В свою очередь, когда тепло производится за счет работы, то от каждой единицы затраченной работы получается определенное количество тепла. Слово «работа» понимается в широком смысле; оно охватывает понятия электрической, механической и других видов работы. Одна килокалория тепла соответствует 427 кгс·м работы. 1 л. с. ч = 632,4 ккал; 1 кВт·ч = 859,8 ккал. Мощность определяется работой, производимой в единицу времени. Единица мощности – ватт – это мощность, при которой за 1 с выполняется работа в 1 Дж. Круговой тепловой процесс, осуществляемый рабочим веществом в холодильной машине, называется *холодильным циклом*. В зависимости от способа осуществления замкнутого цикла **холодильные машины подразделяют на три типа**: компрессионные (воздушные и паровые, которые работают на легкокипящих жидкостях); абсорбционные и адсорбционные; эжекторные. **Воздушные компрессионные машины** основаны на том явлении, что при адиабатическом (адиабатном) расширении сжатого газа с падением давления снижается его температура. Адиабатическим называется процесс, протекающий без теплообмена рабочего тела с внешней средой. **Паровые компрессионные машины** основаны на сжатии паров хладагента в компрессоре, превращении их в жидкость в конденсаторе и последующем кипении этой жидкости в испарителе при низком давлении. Полученные пары вновь засасываются компрессором, сжимаются и процесс повторяется.

Абсорбционные машины. В их основе лежит поглощение некоторых паров хладагентов каким-либо веществом (например, паров аммиака водой) с последующим выпариванием их. Кипение жидкого хладагента и конденсация паров происходят так же, как и в паровых компрессионных машинах.

Адсорбционные машины отличаются от абсорбционных тем, что в них в роли поглотителя используют твердые вещества (например, силикагель).

Эжекторные холодильные машины относятся к группе паровых холодильных машин, в которых для получения холода используется испарение жидкости. В этих машинах для отсоса паров из испарителя применен «подсасывающий эффект» струи жидкости или пара, имеющей большую скорость. Принцип действия этих машин основан на испарении воды при низких температурах в результате разрежения. В эжекторных машинах выполняются одновременно 2-а цикла:

- прямой – тепло превращается в работу;
- обратный – механическая работа используется для получения холода.

Тема 3. Циклы холодильных машин компрессорного типа.

Циклы паровых компрессионных холодильных машин и изображение их в тепловых диаграммах

Холодильный цикл-обратный круговой процесс, предназначенный для передачи теплоты от тел менее нагретых к телам более нагретым. Согласно второго закона термодинамики тепло может быть перенесено из холодной среды в теплую путем затраты извне механической или тепловой энергии. Для этого осуществляют специальные термодинамические циклы. Комплекс технических устройств, с помощью которых осуществляется холодильный цикл, называется холодильной машиной. Рабочее тело, с помощью которых осуществляется холодильный цикл в холодильной машине называется холодильным агентом.

Для расчета циклов паровых холодильных машин используют термодинамические диаграммы состояния рабочих тел. Наиболее распространенные диаграммы S - T, i = lgP, которые показаны на рис. 1. На диаграммах отмечены области различных агрегатных состояний рабочих веществ и проведены основные линии, характеризующие параметры состояния вещества (давления - изобара P, температуры - изотерма T, удельного объема - изохора V, энтропия - адиабата S, энтальпии – изоэнтальпа i).Критическая точка «К» характеризует состояние рабочего тела, при котором исчезает различие между жидкостью и паром. Состояния рабочего тела находящегося выше критической точки есть газы. Ниже критической точки рабочее тело может находиться при одной и той же температуре в жидком (точка А) и парообразном (точка В) состояниях. Критическая точка холодильных агентов характеризуется высокой температурой и большим давлением, а тройная - низким значением этих параметров (например холодильный агент 22 имеет ($T_{кр}$=96,13°С, $P_{кр}$ = 4,93 мПа, $T_{зам}$= -160°С). Для таких холодильных агентов диаграмма строится только для интервала температур, в котором используется рабочее тело холодильной машины. Если подводить тепло к жидкости при постоянном

давлении, то жидкость нагреется до состояния насыщения (точка А), а затем начнет превращаться во влажный пар насыщенный. При дальнейшем нагретый влажный пар становится сухим насыщенным (точка В).

Линии отходящие от критической точки «К» в диаграммах, являются пограничными кривыми, которые делят диаграмму на отдельные области состояния рабочего тела, линия «С-К» -разделяет область переохлажденной жидкости (жидкости, имеющая температуру ниже температуры насыщения) и влажного насыщенного пара, а линия «К-Д» - области влажного насыщенного пара и перегретого пара, имеющего температуру выше температуры насыщения).Все состояния, лежащие на левой граничной кривой «С-К» есть состояния насыщенной жидкости, а состояния на правой граничной кривой «К-Д» - состояния сухого насыщенного пара.

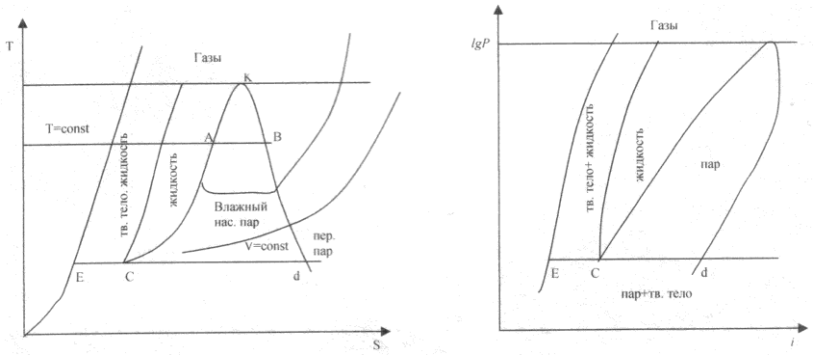


Рис. 1- Диаграммы T – S, *lgP-i* состояния рабочих тел.

Так как превращение жидкости в пар происходит при постоянном давлении и температуре, то в диаграмме в области влажного насыщенного пара изотермы совпадают с изобарами. Следует отметить, что для диаграмм состояний T - S, изобары в области переохлажденной жидкости проходят на небольшом расстояний от левой пограничной кривой, для упрощения расчетов циклов холодильных машин принимают, что изобара в области переохлажденной жидкости сливаются с левой пограничной кривой. В диаграммах, построенных в международной системе единиц СИ, давление дано в мегапаскалях (МПа), для перевода единиц измерения давления необходимо помнить соотношения единиц давления (1 бар =0,1 мПа = 1,02 кгс/см2= 1 атм.). Вблизи пограничной кривой и в области переохлажденной жидкости изохоры не нанесены, так как удельный объем жидкости настолько мал, по сравнению с удельным объемом пара, что в масштабе, это сделано для сокращения размеров диаграммы по вертикали. В процессах при постоянном давлении количество подведенной теплоты определяется равенством: $q=i_1-i_2$,

где i_1,i_2 - энтальпия конца и начала процесса соответствуют графически в диаграмме lgP-i количество тепла можно показать отрезком, параллельным оси абсцисс. Поэтому диаграмму иногда называют «разностной».

Принципиальные схемы и теоретические циклы паровых холодильных машин.

Простейшая схема одноступенчатой паровой холодильной машины с переохлаждением жидкого холодильного агента перед регулирующим вентилем с перегревом всасываемого пара в компрессор представлена на (рис. 2). Схема включает в себя испаритель И, компрессор КМ, конденсатор КД, регулирующий вентиль РВ. Все элементы схемы соединены между собой трубопроводами в один контур, внутри которого циркулирует холодильный агент. Цикл холодильной машины в диаграммах *T—S* и *igP-i* представлен на рис.3. Компрессор всасывает пары холодильного агента из испарителя сжимает их от давления кипения P_O до давления конденсации $P_{ê}$ (процесс 1-2). При сжатии паров температура их повышается от $t_{âñ}$ до t_2. Далее сжатые пары направляются в конденсатор, где за счет отвода тепла в окружающую среду (вода, воздух) происходит охлаждение паров до температуры конденсации (процесс 2- 2') и процесс конденсации (процесс 2' -3). За счет избытка теплопередающей поверхности конденсатора жидкий холодильный агент переохлаждается (процесс З'-З).

Затем жидкий холодильный агент дросселируется в регулирующем вентиле РВ (процесс 3 - 4) от давления конденсации до давления кипения.

После дросселирования влажный насыщенный пар (состояние 4) поступает в испаритель, где за счет подвода тепла от объекта охлаждения, происходит процесс кипения холодильного агента процесс 4 -1'). Кроме того, в испарителе происходит небольшой перегрев паров холодильного агента относительно температуры насыщения (процесс 1 – 1').

Пары, образовавшиеся в испарителе при кипении холодильного агента, отсасываются компрессором и цикл повторяется.

При использовании в качестве рабочих тел фреонов в схемы холодильных машин включают теплообменные аппараты (рис. 4). В дополнительном теплообменнике за счет теплообмена между жидким и холодным паром холодильного агента происходит одновременно переохлаждение жидкого хладагента перед РВ (процесс 3' - 3) и перегрев пара (процесс 1' – 1) всасываемого в компрессор (рис. 3). Все остальные процессы аналогичны ранее рассмотренной схеме. В диаграмме T—S удельная массовая холодопроизводительность цикла q_0 эквивалентна площади 4 - C - *d -1'*.

Количество тепла, отводимого в конденсаторе, изображается площадью в - 3'-2-е. Затраченная в компрессоре работа l- изображается площадью а - 3 3'-2'- 2-1 - 1'-4-C.

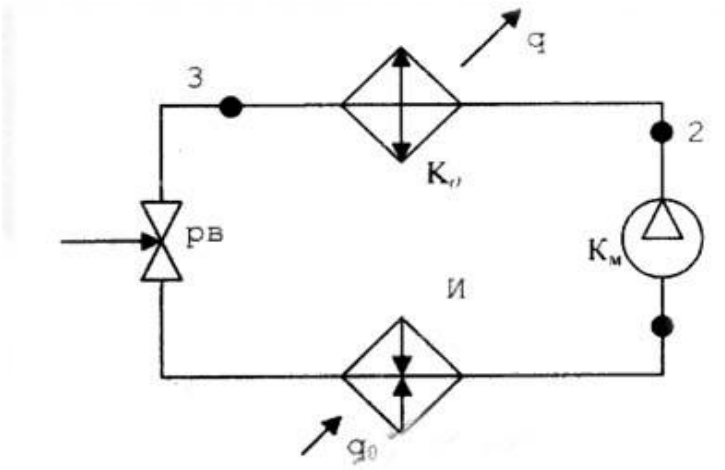


Рис. 2- Принципиальная схема паровой холодильной компрессионной машины

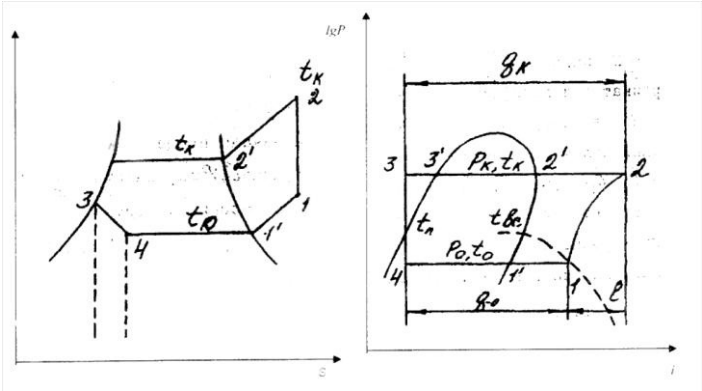


Рис. 3- Теоретический цикл паровой машины в диаграммах T-S И lg P-i

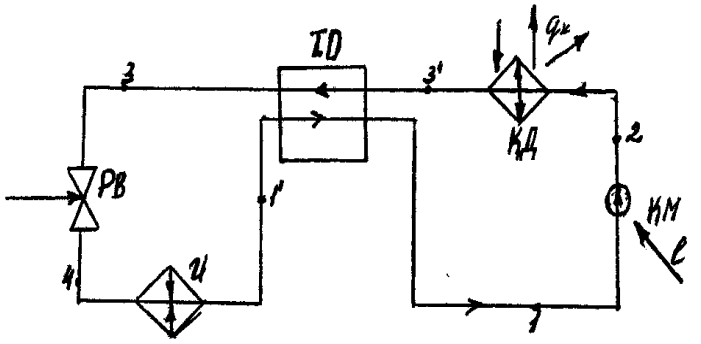


Рис. 4- Принципиальная схема паровой холодильной машины с дополнительным теплообменником

Построение циклов в диаграммах T-S и lgP-i практически удобнее начинать с нанесения на них изобар, соответствующих заданным температурам кипения и конденсации холодильного агента. Затем на изобаре P_0 необходимо определить точку 1, для этого проводят изотерму, равную $t_{вс}$, и пересечение изобары P_0 с изотермой $t_{вс}$ даёт точку 1.

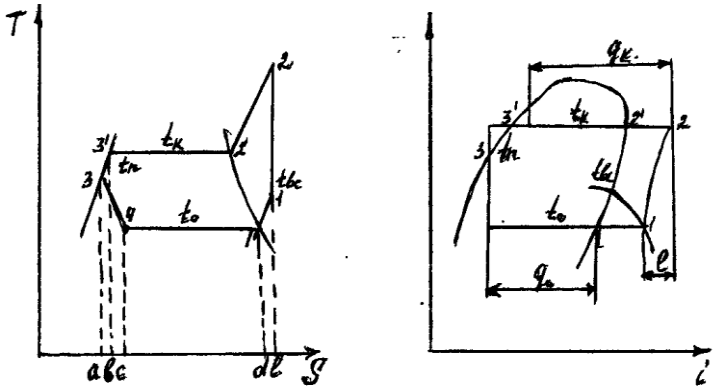


Рис. 5- Теоретический цикл холодильной машины с дополнительным теплообменником в диаграмме T-S и l_gP-i.

Процесс сжатия холодильного агента и компрессоре происходит адиабатно, т.е. при постоянной энтропии, следовательно, проводят линию постоянной энтропии от точки 1 до пересечения с изобарой $P_к$. Получена точка 2, характеризующая состояние холодильного агента после сжатия в компрессоре. За процессом сжатия (процесс 1-2) на диаграмму следует занести процессы, протекающие в конденсаторе. Эти процессы располагаются на изобаре конденсации. Конечная точка процесса конденсации - точка 3 пересечения этой изобары с изотермой, соответствующей температуре перед регулирующим вентилем. Для циклов с дополнительным теплообменником положение точки 3 определяют из теплового баланса дополнительного теплообменника $i_{3'} = i_3-(i_1-i_{1'})$ где только одно неизвестное. Затем наносятся линия, изображающая процесс дросселирования в регулирующем вентиле, которая проходит по изоэнтальпии i_3 до пересечения с изобарой P_0. Точка 4 характеризует состояние холодильного агента при поступлении его в испаритель. Теплота, подведенная к хладагенту от охлаждаемого объекта, называется холодопроизводительностью хладагента и обозначается Qo. Холодопроизводительность, отнесенная к 1 кг массы хладагента, называется удельной массовой холодпроизводительностью (q_i). Отношение удельной массовой холодопроизводительности к удельному объему всасываемых компрессором паров называется объемной холодопроизводительностью (q_v).

Массовая и объемная холодопроизводительность зависят от условий работы машины: чем ниже температура кипения t_o и выше температура конденсации $t_к$, тем меньше q_i и q_v.

Лекция № 4

Тема 4. Хладагенты и хладоносители.

1. Физические и термодинамические свойства хладагентов

Рабочее вещество, посредством которого в холодильной машине осуществляется термодинамический цикл, называют холодильным агентом (хладагентом). В последнее время наибольшее практически вытеснил другие хладагенты, такие, как этилхлорид, метилхлорид и диоксид углерода.

Преимущества аммиака — хорошие термодинамические свойства, высокая объемная холодопроизводительность, относительно невысокие давления конденсации, давления кипения, близкие к атмосферному. В то же время аммиак токсичен, взрыво- и пожароопасен, реагирует с большинством цветных металлов.

В 30-х гг. XX в. в качестве хладагентов начали применять фреоны — фторхлорбромпроизводные углеводородов: метана, этана, пропана и бутана. Хладагенты характеризуются большим разнообразием термодинамических свойств. При сравнительно близких значениях нормальной температуры кипения $To_н$ хладагенты с малой молекулярной массой (аммиак) имеют большую скрытую теплоту парообразования и, наоборот, вещества с большой молекулярной массой (фреоны) хладагентов имеют малую теплоту парообразования.

Важные термодинамические параметры хладагентов — рабочие давления $p_к$ *и* p_0 в аппаратах холодильной машины (соответственно в испарителе и конденсаторе). Все эти величины зависят от нормальной температуры кипения хладагента $t_{0H.}$ С увеличением $t_{0н}$ величины p, $p_{\hat{i}}$, p— $p_{\hat{i}}$ уменьшаются, а степень повышения давления $\frac{p_{\hat{e}}}{p_o}$, наоборот, возрастает. Важное значение для характеристики хладагента имеет объемная холодопроизводительность хладагента, определяемая отношением холодопроизводительности 1 кг агента q_Q к удельному объему всасываемого пара v_1, т. е. величина q_y представляет собой холодопроизводительность, приходящуюся на 1 м всасываемого пара. Чем больше q_y, тем меньше размеры компрессора . Степень термодинамического совершенства , определяемая отношением холодильного коэффициента теоретического цикла к холодильному коэффициенту идеального цикла Карно (при условии одинаковых значений температур кипения и конденсации в обоих циклах), — это один из показателей, характеризующих энергетическую эффективность хладагентов в рабочем цикле холодильной машины.

2. Физиологические и эксплуатационные свойства хладагентов

Физиологические свойства. *Токсичность хладагента* — это относительное свойство, которое проявляется, если создается опасная степень концентрации хладагента в воздухе. Все хладагенты токсичны: при достаточно высокой концентрации в помещении они вытесняют воздух и вызывают удушье. Оценивают токсичность коэффициентом токсической опасности $K_{T0} = p_{20}/ПДК$, где $p_{2}o$ — плотность паров хладагента при 20 °С; ПДК — предельно допустимая концентрация хладагента в воздухе, мг/м^3. В машинах с поршневыми компрессорами, которые в данное время преобладают в холодильной технике, наиболее широко распространены три хладагента со средними нормальными температурами кипения— R717, R12 и R22.

Эксплуатационные свойства. Рассмотрим эксплуатационные свойства основных хладагентов.

R717 (аммиак) имеет высокую степень термодинамического совершенства, абсолютное давление в конденсаторе аммиачной машины обычно не превышает 1,2...1,4 МПа, а в испарителе лишь при температуре кипения менее —33,4 "С становится ниже атмосферного. Компрессоры и теплообменные аппараты аммиачных машин имеют сравнительно небольшие размеры. Стоимость аммиака относительно невысока. По отношению к черным металлам аммиак нейтрален, в присутствии влаги сильно действует на медь и ее сплавы, которые нельзя применять в аммиачных машинах. Химическое воздействие аммиака на смазочные масла ничтожно, и их взаимная растворимость незначительна. Аммиак и вода имеют высокую взаимную растворимость, что исключает возможность замерзания проникающей в холодильную систему влаги. Проникновение влаги в систему из внешней среды все же весьма нежелательно. Образующийся гидрооксид аммония с течением времени может влиять на режим работы машины и, кроме того, взаимодействуя со смазочными маслами, создавать осадок, загрязняющий холодильную машину. Влага способствует коррозии металла Аммиак широко применяют в одно- и двухступенчатых холодильных машинах средней и большой производительности при температурах кипения от 0 до-60 °С.

Необходимо особо иметь в виду два основных недостатка аммиака. Он взрывоопасен. Смесь аммиака с воздухом (11... 15 % по объему) горит желтоватым пламенем; при более высоких концентрациях (16...25 % по объему) смесь при наличии открытого пламени взрывается. Аммиак очень вреден. Он вызывает сильное раздражение глаз и дыхательных путей. При вдыхании аммиака больших концентраций возможны тяжелые отравления организма со смертельным исходом. При эксплуатации аммиачных холодильных машин необходимо строго соблюдать правила безопасности.

R12 (дифтордихлорметан, CF_2C1_2) — хладагент, получивший широкое распространение. R12 имеет достаточно хорошие термодинамические свойства, безвреден, не имеет запаха и невзрывоопасен. Это один из основных хладагентов для крупных, средних и малых холодильных машин с поршневыми компрессорами. Применяют при температурах кипения до -70 "С и температурах конденсации до 60 °С. В холодильных машинах с центробежными компрессорами его можно использовать и при более низких температурах кипения. Особенно распространен хладагент R12 в установках, в которых недопустим раздражающий запах и к которым предъявляются повышенные требования в отношении безопасности (при кондиционировании воздуха, в торговой сети, спецпроизводствах, на рефрижераторных судах, в бытовых электрохолодильниках и т. п.). Необходимо учитывать следующие особенности R12. При температуре свыше 400 °С происходит разложение R12 с образованием вредных соединений. Поэтому применение открытого пламени в помещении фреоновой холодильной установки запрещено. Растворимость воды в жидком R12 очень мала, при 0 "С не более 0,006 % массы фреона. Для предохранения металлических частей машины от коррозии и исключения возможности замерзания воды в проходных отверстиях, особенно в

регулирующем вентиле, содержание воды во фреоне не должно превышать 0,004 %.R12 химически не
взаимодействует со смазочными маслами, но очень хорошо в них растворяется. Критическая температура растворимости для R12 равна —45 °С. При этой температуре и выше жидкий R12 растворяется в масле в любых количественных соотношениях с образованием однородной двухкомпонентнои смеси. При более низких температурах R12 имеет ограниченную растворимость и в смеси с маслом образует два слоя различной концентрации. При этом слой с большим содержанием масла всплывает вверх, так как масло легче фреона. Парообразный фреон также растворяется в масле (абсорбируется им) в количествах тем больших, чем выше давление и ниже температура. Растворенное во фреоне масло в аппаратах (особенно в испарителе) фреоновой холодильной машины влияет на режим работы холодильной машины. Температура кипения смеси фреона с маслом выше температуры кипения чистого фреона (при одинаковом давлении). Поэтому при наличии масла в испарителе необходимо для получения заданных температур кипения поддерживать более низкие рабочие давления, что снижает экономичность работы холодильной машины. Масло, кроме того, увеличивает вязкость рабочего вещества и уменьшает интенсивность теплопередачи, а это приводит к использовании R12 требуется особая герметичность системы, так как он очень текуч и может проникать через малейшие неплотности в соединениях и даже через поры в металле. В жидком состоянии R12 более чем в 2 раза, а в состоянии сухого насыщенного пара— в 5...8 раз (в зависимости от температуры насыщения) тяжелее аммиака. Во избежание больших сопротивлений в клапанах и трубопроводах и связанной с этим излишней затраты мощности скорости движения R12 по сравнению с аммиаком уменьшают в 2...2,5 раза. CHF2CI) — хладагент, который имеет хорошие термодинамические и эксплуатационные свойства. В широком диапазоне температур, применяемых в холодильной технике, кривая давлений насыщения R22 лежит несколько выше, чем соответствующие кривые R12 и аммиака . Нормальная температура кипения R22 составляет -40,8 "С. При температурах до -40 °С, характерных для предприятий пищевой промышленности, машина работает с некоторым избыточным давлением в испарительной системе. В низкотемпературных машинах с малыми давлениями в испарителе имеют место высокие степени повышения давления в компрессоре. Значительное увеличение степени повышения давления приводит к чрезмерно высоким температурам в конце сжатия, а также к ухудшению рабочих коэффициентов компрессора, снижению экономичности работы машины. В этом случае целесообразно перейти на работу с двухступенчатыми компрессорами. Степень повышения давления в различных температурных пределах работы машины у R22 по сравнению с R12 и аммиаком наименьшая . Температура паров R22 в конце сжатия несколько выше, чем у R12, и ниже, чем у аммиака. Указанные свойства позволяют применять одноступенчатые машины, работающие на R22, для получения более глубоких температур охлаждения при одной и той же степени сжатия. Увеличение диапазона температур по сравнению с аммиаком составляет 6...8 °С . При невысокой

температуре конденсации (/$_к$ м 25 °С) одноступенчатые машины на R22 применяют для температур кипения до -40 "С, а иногда и ниже. Двухступенчатые машины применяют для температур до —80 "С.По степени термодинамического совершенства, а также по величине цилиндров компрессоров и рабочих давлений нагнетательной стороны R 22 имеет примерно такие же показатели, как и аммиак. По сравнению с R12 объемная холодопроизводительность R22 значительно больше (примерно в 1,6 раза); компрессор, работающий на R22, значительно компактнее, чем компрессор той же производительности, работающий на R12. Хладагент R22, как и R12, не ядовит и невзрывоопасен, к металлам, за исключением магниевых сплавов, нейтрален. Растворимость воды в жидком R22 в несколько раз выше, чем в R12, но все же мала. Хорошо растворяется в смазочном масле. Критическая температура растворимости зависит от физических свойств масла. В конденсаторе жидкий R22 и смазочное минеральное масло смешиваются в любых соотношениях, так как температура конденсации обычно находится выше зоны ограниченной растворимости. При низких же температурах (в испарителе) жидкий R22 в смеси с маслом имеет ограниченную растворимость.

При этом получаются два отдельных (расслаивающихся) раствора: слой масла с примесью фреона, который находится в верхней части аппарата, и слой жидкого фреона с примесью масла — в нижней части аппарата. В низкотемпературных установках, работающих на R22, имеется опасность замерзания масла, особенно при прохождении хладагента через регулирующий вентиль. Поэтому вопросу маслоотделения и выбора марки масла должно быть уделено особое внимание. Удобен R22 в холодильных установках, где применение токсичного хладагента недопустимо или крайне нежелательно (например, в установках для кондиционирования воздуха, судовых рефрижераторных установках и т. д.). Хладагент R22 характеризуется большой текучестью. Это затрудняет применение его в крупных установках с разветвленной сетью коммуникационных магистралей. Перспективна для промышленного использования в поршневых холодильных машинах азеотропная смесь (смесь, не меняющая своего состава при кипении) R22 (48,8%) нR115, химическая формула которого C_2F_5C1 (51,2 %), с обозначением R502. Эта смесь имеет температуру кипения /$_{0н}$ = —45,63 "С (более низкую, чем ее компоненты). Объемная холодопроизводительность смеси более высокая, чем у компонентов. Смесь имеет достаточно высокие энергетические показатели, невзрывоопасна и в такой же степени нетоксична, как R12.

3.**Хладоносители.** В качестве хладоносителей в холодильных установках применяют ряд жидкостей с низкой температурой замерзания. На практике используют воду (до О °С), водные растворы хлорида натрия, хлорида кальция, этиленгликоля. Возможно применение водных растворов метилового и этилового спиртов, глицерина, а также некоторых фторхлоруглеводородов (дифтормонохлорметан, дихлорметан), имеющих нормальную температуру кипения более высокую, чем температура окружающей среды. Теплофизические свойства водных растворов солей (рассолов) и органических соединений зависят от их концентрации. Значения кинематического коэффициента вязкости v для

0 °С, существенно зависят от температуры раствора. Так, для раствора NaCl концентрацией 23,1 % значения v возрастают от 2,59 м/с при 0 °С до 6,601 м/с при —20 °С, для раствора CaCl концентрацией 23,8 % — соответственно от $3{,}13 \cdot 10^{-6}$ до $7{,}7 \cdot 10^{-6}$ $м^2/с$, для раствора $C_2H_4(OH)_2$ концентрацией 38,8 % — от 5,32 • Ю$^{-6}$ до 13,5х 10^{-6} м/с. Значения коэффициентов вязкости v при различных температурах растворов приведены в справочной литературе. Один из наиболее эффективных хладоносителей благодаря малой вязкости при низких температурах — это дихлорметан (CH_2C1_2), имеющий обозначение R30. При температуре —4 °С и скорости потока примерно 1 м/с R30 по сравнению с водным раствором $CaC1_2$ обеспечивает уменьшение площади теплопередающей поверхности примерно втрое. Теплофизические свойства жидкого R30, влияющие на выбор насоса, приведены в табл. 6.В абсорбционных холодильных машинах используют растворы двух компонентов с различными температурами кипения при одинаковом давлении. Компонент, кипящий при низкой температуре, выполняет функции хладагента, другой компонент служит поглотителем (абсорбентом).

В промышленных абсорбционных установках непрерывного действия применяют в основном водоаммиачные и бромистолитиевые растворы.

Лекция № 5

Тема 5. Компрессоры холодильных машин.

Компрессоры холодильных машин предназначены для отсасывания пара из испарителя с целью поддержания в нем постоянного давления кипения и последующего сжатия пара до давления конденсации, при котором пар хладагента конденсируется в результате, охлаждения водой или воздухом. Компрессоры холодильных машин классифицируют по холодопроизводительности (Q_o) и потребляемой мощности: малые Q_o свыше 56 кВт и мощностью 20 кВт. По расположению цилиндров компрессоры делятся на горизонтальные., вертикальные угловые, У, W, У - У - образные, радиальные; по способу прохождения пара через цилиндры - на прямоточные с движением пара в одном направлении от всасывания до нагнетания и непрямоточные с изменяющимся направлением движения. По устройству кривошипно-шатунного механизма и количеству рабочих полостей сжатия поршневые компрессоры делятся на бескрейцпкофные простого действия при сжатии пара одной стороной поршня и крейцкопфные двойного действия при сжатии пара поочередно обеими сторонами поршня. По количеству цилиндров различают одно и многоцилиндровые компрессоры, по количеству ступеней сжатия одно и многоступенчатые, по выполнению цилиндров и картера - блок - картерные и компрессоры с отдельными картером и цилиндрами. По степени герметичности и количеству разъемов компрессоры делят на герметичные со встроенным электродвигателем в заваренном кожухе без разъемов, бессальниковые со встроенным двигателем, но с разъемными крышками, сальниковые с картером, заполненным паром хладагента под давлением и сальниковым уплотнением приводного конца

коленчатого вала (бескрейцкопфные), с открытым картером и сальниковым уплотнением при выходе его из цилиндра (крейцкопфные двойного действия). По типу привода компрессоры бывают с непосредственным соединением вала электродвигателя с валом компрессора через муфту и с приводом через ременную передачу.

Крейцкопфные компрессоры. Крейцкопфные компрессоры всегда имеют внешний привод и цилиндры двойного действия. Эти компрессоры выпускают только непрямоточными. По расположению цилиндров они подразделяются на горизонтальные, вертикальные угловые и оппозитныё. У горизонтальных компрессоров все цилиндры расположены по одну сторону коленчатого вала. Угловые компрессоры обычно имеют часть цилиндров, расположенных горизонтально, и часть вертикально выпускают модели, у которых цилиндры расположены V - образно с углом между ними 90° и меньше. У оппозитных компрессоров цилиндры расположены также горизонтально, по обе стороны коленчатого вала.

Бескрейцкопфные компрессоры**.** Эти компрессоры выполняют прямоточного и непрямоточного действия. Бескрейцкопфные компрессоры имеют или встроенный электропривод или внешний. Цилиндры бескрейцкопфных, компрессоров от одного шестнадцати) могут быть расположены вертикально, V - образно с углом от 80° до 90° и веерообразно с углом развала от 45° до 60°.

Ротационные компрессоры. Компрессор, в котором поршень (ротор) вращается относительно цилиндра называется ротационным. По характеру движения ротора компрессоры разделяют на две основные группы: с катящимся ротором и с вращающимся ротором. Ротационные пластинчатые аммиачные компрессоры применяют в качестве подвижных для получения низких температур в двухступенчатой установке. Ротационные компрессора по сравнению с поршневыми имеют ряд преимуществ: значительно меньше габаритные размеры и массу, отсутствие всасывающих, а часто и нагнетательных клапанов, хорошую уравновешенность, что позволяет отказаться от фундаментов, устанавливать компрессоры на верхних этажах зданий и применять их в транспортных установках. Вследствие небольшого количества движущихся частей подвергающихся износу и поломке, ротационные компрессоры надежны в эксплуатации даже при работе влажным ходом в обслуживании, существенным недостатком по сравнению с поршневыми компрессорами является необходимость изготовления с высоким классом точности, так как больше значения КПД этих машин могут быть обеспечены при минимальных неплотностях между ротором и торцами цилиндра или пластинами и стенками.

Винтовые компрессоры. Рабочим органом винтовых расположены по одну сторону коленчатого вала. Угловые компрессоры обычно имеют часть цилиндров, расположенных горизонтально, и часть вертикально выпускают модели, у которых цилиндры расположены V - образно с углом между ними 90° и меньше. У оппозитных компрессоров цилиндры расположены также горизонтально, по обе стороны коленчатого вала.

Бескрейцкопфные компрессоры**.** Эти компрессоры выполняют прямоточного и непрямоточного действия. Бескрейцкопфные компрессоры имеют или встроенный электропривод или внешний. Цилиндры бескрейцкопфных, компрессоров от одного шестнадцати) могут быть расположены вертикально, V - образно с углом от 80° до 90° и веерообразно с углом развала от 45° до 60°.

Ротационные компрессоры. Компрессор, в котором поршень (ротор) вращается относительно цилиндра называется ротационным. По характеру движения ротора компрессоры разделяют на две основные группы: с катящимся ротором и с вращающимся ротором. Ротационные пластинчатые аммиачные компрессоры применяют в качестве подвижных для получения низких температур в двухступенчатой установке. Ротационные компрессора по сравнению с поршневыми имеют ряд преимуществ: значительно меньше габаритные размеры и массу, отсутствие всасывающих, а часто и нагнетательных клапанов, хорошую уравновешенность, что позволяет отказаться от фундаментов, устанавливать компрессоры на верхних этажах зданий и применять их в транспортных установках. Вследствие небольшого количества движущихся частей подвергающихся износу и поломке, ротационные компрессоры надежны в эксплуатации даже при работе влажным ходом в обслуживании, существенным недостатком по сравнению с поршневыми компрессорами является необходимость изготовления с высоким классом точности, так как больше значения КПД этих машин могут быть обеспечены при минимальных неплотностях между ротором и торцами цилиндра или пластинами и стенками.

Винтовые компрессоры. Рабочим органом винтовых компрессоров служат совершающие вращательное движение роторы, на которых нарезаны винтовые зубья. Винтовые компрессоры в зависимости от способа уплотнения полости сжатия различают сухие и маслозаполненные винтовые компрессоры. Винтовые компрессоры могут быть одно и двух и трехроторными. В холодильной технике применяют маслозаполненные двухроторные компрессоры. Винтовые маслозаполненные компрессоры могут быть сальниковыми и бессальниковыми. Винтовые компрессоры выполняют одноступенчатыми и двухступенчатыми. Применение винтовых компрессоров в холодильной технике имеют большие перспективы, потому что они могут изготавливаться в широком диапазоне холодопроизводительности: от 410 до 1650 кВт. Такие компрессоры имеют преимущества: меньше габариты и массу по сравнению с поршневыми и ротационными компрессорами; высокие коэффициенты полезного действия вследствие отсутствия клапанов, и трения в полости сжатия пара; большую эксплуатационную надежность из-за отсутствия возвратно-поступательного движения движущихся частей более благоприятные условия работы теплообменных аппаратов из-за отсутствия масла в полости сжатия; более легкие фундаменты вследствие отсутствия инерционных условий, плавное и экономичное регулирование производительности. К недостаткам винтовых компрессоров относится наличие развитой системы смазки. В настоящее

время более 90 % всех компрессионных холодильных машин выпускают с поршневыми компрессорами. Поршневые компрессоры при холодопроизводительности от 0,1 до 300 кВт обладают следующими преимуществами перед компрессорами других типов. Поршневые компрессоры способны работать с более высоким отношением давлений при сжатии в одной ступени. Технология производства поршневых компрессоров хорошо освоена. Благодаря сравнительно слабому влиянию режима работы на характеристики можно использовать один и тот же компрессор для работы на разных холодильных агентах. Поршневые компрессоры широко применяются в народном хозяйстве. Их используют на промышленных холодильниках различного назначения, в сельском хозяйстве: овоще- и фруктохранилищах, в мясной, молочной и рыбной промышленности, для охлаждения зерна, в железнодорожном и авторефрижераторном транспорте, в установках комфортного кондиционирования воздуха и во многих других случаях. Современные поршневые компрессоры позволяют применять их при температурах кипения до - 100 °С, конденсации до 100 °С, окружающего воздуха от 40 до 35 °С. В зависимости от сжимаемого холодильного агента компрессоры подразделяются на аммиачные и фреоновые. В конструкцию всех поршневых компрессоров холодильных машин входят, узлы и детали, выполняющие одни и те же функции, но различающиеся геометрическими размерами, материалом и формой. Блок-картеры являются основными базовыми и наиболее ответственными элементами компрессоров, на них монтируют все узлы и детали компрессора и устанавливают правильное их взаимодействие.

Лекция № 6

Тема 6.Теплообменные аппараты холодильных установок.

1. Испаритель. Классификация аппаратов. Испаритель - это теплообменный аппарат, в котором кипящая при низкой температуре жидкость охлаждает воздух или жидкий хладоноситель (вода, рассол и пр.) Конструкция испарителя зависит от охлаждающей среды, свойств хладагента, необходимой холодопроизводительности, также от температурных условий.

Испарители для охлаждения воздуха. Эти испарители называют испарителями непосредственного охлаждения или испарительными батареями. Их подразделяют на испарители с естественной конвекцией воздуха и с принудительным движением воздуха (с вентилятором) - воздухоохладители. В малых фреоновых машинах широко применяют испарители марки ИРСН (испарители ребристотрубные сухие настенные) или ИРСП (испарители ребристые сухие потолочные) змеевикового типа.

Ребристотрубные испарители изготавливают из медных труб, на пучок труб надеты плоские общие латунные ребра.

В аммиачных установках применяются батареи непосредственного охлаждения, изготовленные из горячекатаных бесшовных стальных труб, оребренных стальной лентой. Батареи собираются из следующих секций:

стальных оребренных одноколлекторных (СК), змеевиковых головных (СЗГ), змеевиковых хвостовых (СЗХ), двухколлекторных (С2К), змеевиковых (СЗ) (рис. 1).

Воздухоохладители аммиачные выполняют из стальных труб собранных в виде змеевиков или коллекторных секций. Воздух через воздухоохладитель нагнетается осевыми или центробежными вентиляторами: Воздухоохладители подвешивает к потолку камеры или устанавливают на полу в камере или вне камеры. Подвесные воздухоохладители типа ВОП выпускаются с индексом Я10-АВ2 с площадью поверхности охлаждения 50;75;100; 150 м^2. Секции батарей и марки воздухоохладителей подбирают по площади теплопередающей поверхности.

Испарители для охлаждения жидкостей. Панельные (листотрубные) испарители изготавливают из коррозионно-стойкой стали или сплава алюминия со штампованным рисунком канала для хладагента.

Испарители для охлаждения жидкостей. Выбор рассольных испарителей определяется принятой системой охлаждения закрытой системой охлаждения: при закрытой системе охлаждения принимают кожухотрубные испарители, при открытой-панельные.

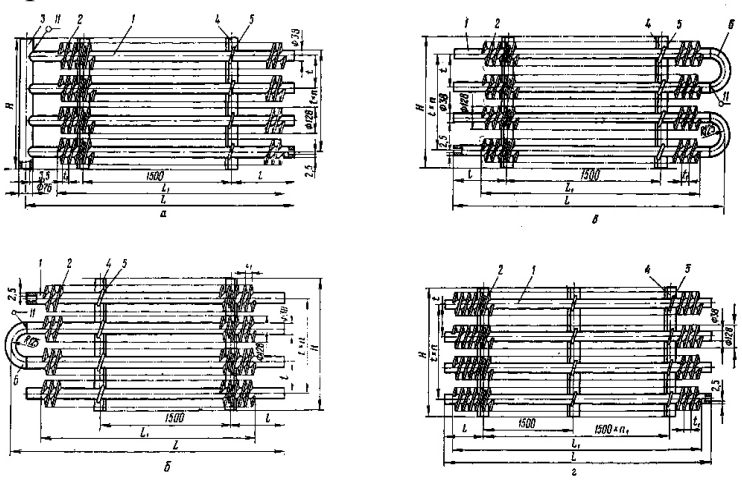


Рис. 1- Секции охлаждающих батарей по ГОСТ 17645-78: а- одноколлекторная типа СК; б- змеевиковая головная типа СЗК; в- змеевиковая хвостовая типа СЗХ; г- средняя типа СС; 1- труба; 2- лента; 3- коллектор; 4- уголок; 5- хомутик; 6- калач.

Аммиачный кожухотрубный испаритель типа ИТГ имеет стальные цельнотянутые трубки, которые вставлены в трубные решетки. Испаритель заполняется жидким аммиаком в межтрубное пространство, в трубки подается рассол. Кожухотрубные фреоновые испарители (типа ИГР) по конструкции аналогичны аммиачным, но трубки медные, оребренные со стороны фреона. Промышленностью выпускаются испарители типа ИТ20, ИТ3О, ИТ45, ИТ65 с площадью теплопередачей поверхности 22,4 м^2; 28,8 м^2; 47,5 м^2; 66 м^2.

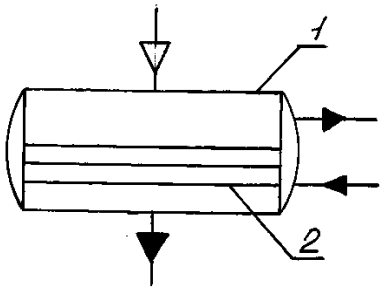
2. Конденсатор. Классификация аппаратов.

Конденсаторы - это теплообменный аппарат, в котором горячий пар, поступающий из компрессора, охлаждается и конденсируется за счет отвода тепла воздухом или водой. Тип конденсатора выбирают в зависимости от

назначения установки, условий водоснабжения и качества воды с учетом климатологических данных. По способу отвода теплоты

конденсаторы делятся на следующие группы: проточные, в которых теплота отводится водой; испарительные, в которых теплота отводится испаряющейся водой и воздухом; конденсаторы с воздушным охлаждением. Конденсаторы с воздушным охлаждением применяются в бытовых холодильниках, в машинах холодопроизводительностью до 12 кВт. По конструкции такие конденсаторы могут быть выполнены листорубными, змеевиковыми аппаратами и ребристыми с принудительной циркуляцией воздуха.

Конденсаторы с водяным охлаждением. По конструкции такие конденсаторы сходны с кожухотрубными и кожухозмеевиковыми испарителями. Аммиачные конденсаторы типа КТГ (рис. 2) рассчитаны на площадь поверхности охлаждения от 25 до 400 м^2.



1-кожух; 2- трубы.

Рис. 2- Конденсатор кожухотрубный.

В кожухотрубных аммиачных конденсаторах используют гладкие стальные трубы, во фреоновых конденсаторах - красномедные трубы, на наружной поверхности которых накатывают спиральные ребра. Испарительные конденсаторы. Их применяют в аммиачных и фреоновых средних и крупных холодильных установках. Эти конденсаторы представляют систему трубчатых змеевиков, расположенных в металлическом кожухе. Над змеевиком размещены трубы с форсунками, через которые разбрызгивается вода, одновременно навстречу воде вентилятор засасывает воздух через окна, расположенные в нижней части кожуха.

Расчет конденсатора заключается в определении площади теплопередающей поверхности и расхода воды с последующим выбором марки конденсатора и водяного насоса по каталогам.

Площадь теплопередающей поверхности конденсатора определяется как отношение теплового потока в конденсаторе к произведению коэффициента теплопередачи конденсатора и среднего логарифмического температурного напора между холодильным агентом и водой или воздухом.

Массовый расход воды определяется по формуле:

$$m_B = \frac{Q_K}{(t_{B2} - t_{B1)})C_B},$$

где $Q_к$ - тепловой поток в конденсаторе, Вт; $C_в$ - удельная теплоемкость воды, равная 4,186 кДж/(кг*k); t_{B1},t_{B2} - температура воды, поступающей на

конденсатор и выходящей из конденсатора. Нагрев воды в конденсаторе принимаем 4...5 °С.

Лекция № 7

Тема 7. Вспопомогательное оборудование холодильных установок.

1. Вспомогательные аппараты. К вспомогательным аппаратам относят маслоотделители, маслособиратели, отделители жидкости, промежуточные сосуды, воздухоотделители, фильтры-грязеуловители, ресиверы, осушители, теплообменники и др. Типоразмеры различных вспомогательных аппаратов приводятся в справочной литературе и каталогах.

Маслоотделители. Они улавливают масло, уносимое из компрессора парами хладагента, не допуская попадания его в больших количествах в теплообменные аппараты — конденсаторы и испарители. Устанавливают маслоотделители на нагнетательном трубопроводе между компрессором и конденсатором.

В пустотелых маслоотделителях (рис. 1) масло отделяется вследствие резкого изменения направления движения пара при одновременном большом снижении скорости (до 0,7...0,8 м/с). Отделяющиеся частицы масла оседают на стенках маслоотделителя и стекают в нижнюю часть сосуда. Пустотелые маслоотделители малоэффективны. В них улавливаются частицы масла размером около 100 мкм и выше. Более мелкие частицы уносятся хладагентом в конденсатор. Масло из маслоотделителей иногда перепускают в картер компрессора, но чаще выводят наружу для предварительной фильтрации.

В больших холодильных установках масло из маслоотделителя выпускается сначала в маслособиратель, а из него, при более низком давлении, наружу. Такой способ освобождения маслоотделителей уменьшает утечки аммиака и повышает безопасность обслуживания. Для создания пониженного давления в маслособирателе его соединяют со всасывающим трубопроводом. Масло из одного аппарата в другой и наружу перепускают при небольших перепадах давлений и закрытых вентилях, соединяющих маслособиратель с системой.

Для уменьшения уноса частиц жидкости с паром и лучшего маслоотделения перед входным отверстием установлены конические перфорированные отбойники. Барботажные маслоотделители по сравнению с пустотелыми работают значительно лучше. В них отделяется до 90…95 % масла, уносимого парами из компрессора. Эффективны маслоотделители с охлаждением паров и хладагента водой, циркулирующей по змеевику, заключенному в аппарате. Пар после охлаждения имеет температуру всего лишь на 10...20 °С выше температуры конденсации. Охлажденный пар проходит через отбойный слой из керамических колец, в котором улавливаются мельчайшие частицы масла. Применяют также маслоотделители, работающие по принципу циклона. Отделитель жидкости представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд с входными и выходными штуцерами для парообразного и жидкого аммиака. Он предназначен для достижения сухого хода компрессора. Устанавливают его на всасывающей магистрали компрессора, а жидкость стекает в нижнюю часть аппарата и поступает в испарительную систему.

Отделитель жидкости периодически освобождают от масла, которое скапливается внизу аппарата, в маслособирателе. В некоторых конструкциях маслособиратель имеет греющее устройство для подогрева масла перед выпуском из аппарата. С внешней стороны отделитель жидкости имеет теплоизоляцию.

Промежуточные сосуды. Представляют собой теплообменные аппараты, применяемые в аммиачных машинах двух- и трехступенчатого сжатия. Служат для промежуточного охлаждения паров аммиака после сжатия в компрессорах низкого или среднего давления. В них же происходит переохлаждение жидкости, направляемой из конденсатора (по змеевику в нижней части промежуточного сосуда) к регулирующему вентилю. В корпус аппарата из конденсатора дросселируется небольшое количество жидкого аммиака. Под действием теплоты, отнимаемой от охлаждаемых потоков пара и жидкости, этот аммиак испаряется в сосуде при температуре, соответствующей промежуточному давлению. Уровень охлаждающей жидкости поддерживается (поплавковым регулирующим вентилем) все время постоянным так, что находящийся в сосуде змеевик бывает затоплен. Тем самым достигается охлаждение основного потока жидкого аммиака, протекающего по змеевику. Пар промежуточного давления охлаждается при барботаже в жидком аммиаке. В промежуточном сосуде отделяется масло, поступающее с паром из компрессоров начальных ступеней. Чтобы не допускать уноса образующихся при барботаже капель жидкости в компрессор высокого давления, предусмотрены конусные перфорированные отбойники. Скорость пара в сечении сосуда принимают не более 0,5 м/с, скорость жидкости в змеевике — 0,5...0,7 м/с; разность температур для определения поверхности змеевика 4...5°, коэффициент теплопередачи $к$ = 580...700 Вт/м^2 • к).

Воздухоотделители. Применяют их для удаления воздуха из системы. Принцип работы воздухоотделителя таков: аммиачно-воздушная смесь подводится из мест наибольшего скопления воздуха в межтрубное пространство аппарата и здесь охлаждается, соприкаясь с холодной внутренней трубой, через которую проходит жидкий хладагент от регулирующего вентиля в испарительную систему. Аммиак, содержащийся в аммиачно-воздушной смеси, конденсируется и затем перепускается во внутреннюю трубу и далее в испарительную систему; воздух с инертными газами из верхней части межтрубного пространства через немного приоткрытый вентиль выпускают под уровень воды, налитой в стеклянный сосуд, чтобы можно было наблюдать за выходом пузырьков и поглощением проникших туда паров аммиака. На холодильных установках применяют работающий по указанному принципу воздухсютделитель конструкции Кобулашвили. В этом аппарате достигается хорошее отделение воздуха.

Ресиверы. Представляют собой стальные сварные цилиндрические сосуды. Их используют на холодильных установках как емкости для жидкого аммиака. В зависимости от назначения ресиверы делятся на линейные, резервные, дренажные и циркуляционные. *Линейные ресиверы* предназначены для приема жидкого аммиака из конденсаторов и служат компенсирующей емкостью в

случае неравномерного расхода жидкого аммиака в испарительной системе. Вместимость линейных ресиверов приблизительно равна половине массы циркулирующего в системе хладагента. *Резервные ресиверы* служат для создания запаса хладагента, что необходимо в условиях эксплуатации для длительной надежной работы холодильной установки. Вместимость резервных ресиверов выбирают по местным условиям в зависимости от разветвления и вместимости холодильной системы. *Дренажные ресиверы* предназначены для временного слива жидкого хладагента из батарей перед снятием слоя инея или в случае ремонта. Эти ресиверы, в отличие от первых двух, устанавливают на стороне низкого давления и покрывают изоляцией. Вместимость дренажных ресиверов должна быть равна вместимости батарей непосредственного охлаждения наибольшей по объему камеры.

Циркуляционные ресиверы применяют в автоматизированных системах непосредственного охлаждения для непрерывного питания жидким аммиаком батарей и воздухоотделителей. Эти ресиверы устанавливают также на стороне низкого давления и защищают изоляцией. Вместимость циркуляционных ресиверов зависит от схемы питания приборов охлаждения жидким хладагентом и вместимости системы. Аммиачные ресиверы должны быть снабжены манометром, предохранительным клапаном для выпуска аммиака в атмосферу и указателем уровня жидкости. Объем аммиачных ресиверов выбирают на основе Правил безопасности аммиачных холодильных установок ПБ 09-595-03. К вспомогательным аппаратам относятся фильтры-грязеуловители, осушители фреона.

2. Вспомогательные механизмы

Из вспомогательных механизмов холодильной установки следует прежде всего назвать насосы для перекачивания рассола, воды и аммиака. При подборе насосов и электродвигателей к ним необходимы следующие данные: H— требуемый напор; р — плотность жидкости; V— объемная подача насоса и N — мощность на валу насоса. Напор, который должен создавать центробежный насос, определяется суммой всех гидравлических потерь в сети и высотой подъема жидкости. Подача насоса определяется по технологическим условиям в зависимости от его назначения. Для рассольных систем на каждую линию с заданной температурой предусматривают по два однотипных насоса, обеспечивающих при совместной работе требуемую максимальную подачу. На холодильных установках применяют центробежные насосы, работающие с большой частотой вращения (до 2900 об/мин), приводимые в движение непосредственно или через клиноременную передачу от электродвигателя. При выборе насосов руководствуются каталогами, прейскурантами заводов-изготовителей и справочной литературой. Для побудителей циркуляции и вентиляции воздуха в холодильных камерах применяют осевые и центробежные вентиляторы.

Лекция № 8
Тема8. Холодильники. Коммерческий холод.

Все звенья холодильной цепи важны для сохранения скоропортящихся пищевых продуктов, но основными являются холодильники. Холодильником называется специальное производственное сооружение, предназначенное для холодильной обработки и хранения пищевых продуктов. По функциональному признаку различают производственные, заготовительные, базисные, распределительные, портовые и смешанные холодильники. Производственные холодильники входят в состав пищевых комбинатов (рыбокомбинат, мясокомбинат), являясь их цехом. На заготовительных холодильниках, находящихся в районах заготовки пищевых продуктов, осуществляется первичная холодильная обработка сырья и продуктов, в результате которой последним придаются свойства, необходимые для хранения. Однако длительное хранение продукции не является функцией заготовительных холодильников. На базисных создаются необходимые запасы, и производится хранение пищевых продуктов. Продукция поступает в них с первых двух холодильников и по мере образования запаса отправляется в районы потребления. Распределительные холодильники предназначены для длительного хранения пищевых продуктов, их сооружают в городах и крупных населенных пунктах. Это обычно холодильные камеры большой единовременной емкости, обеспечивающие равномерное в течение всего года снабжение населения пищевыми продуктами необходимого ассортимента. На распределительные холодильники продукты поступают с камер первых трех типов и поэтому обработка их (охлаждение, замораживание), как правило, не входит в их функции. Портовые камеры предназначены для кратковременного хранения продуктов при перегрузке их с одного вида транспорта на другой, а также при экспорте и импорте скоропортящихся продуктов.

Холодильник. Определение вместимости холодильных камер.

Холодильник – это строительное сооружение предназначенное для холодильной обработки и хранения скоропортящихся продуктов при температуре ниже температуры окружающей среды. Одной из основных характеристик холодильника является его вместимость, определяемая охлаждаемым объемом камер. Так как плотность различных грузов не одинакова, то вместимость холодильника определятся в тоннах условного груза. Емкость холодильника определяется раздельно по камерам хранения мороженных продуктов и по камерам хранения охлажденных продуктов. Назначение холодильника определяет выбор материалов для строительных конструкций. Строительные конструкции должны быть прочными, устойчивыми к воздействию нагрузок, долговечными, огнестойкими, экономичными. Ограждения камер должны быть покрыты тепловой изоляцией для поддержания в охлаждаемых помещениях температурно -

влажностного режима. Тепловая изоляция камер уменьшает холодопроизводительность оборудования, усушку продукта способствует сохранение его качества.

Строительная площадь камеры определяется по формуле:

$$F_{ñòð} = l \cdot b, \text{ м}^2 \qquad (1)$$

где l - длина камеры, м;

b - ширина камеры, м;

Определение грузового объема камеры:

$$V_{ãð} = F_{ñòð} \cdot \beta_{ñòð} \cdot h_{ñòð}, \text{ м}^3 \qquad (2)$$

где $F_{стр}$ - строительная площадь камеры, м^2;

$\beta_{стр}$ - коэффициент использования строительной площади камеры,

$h_{гр}$ - грузовая высота, м (иначе высота складирования груза).

Определение грузовой площади камеры $F_{гр}$, т.е. площадь, непосредственно занятую грузом:

$$F_{ãð} = \frac{V_{ãð}}{h_{ãð}}, \text{ м}^2 \qquad (3)$$

где $h_{гр}$ - грузовая высота, м .

Действительная емкость камеры определяется по формуле:

$$E_{кам} = V_{гр} \cdot q_v, \qquad (4)$$

где $V_{гр}$ - грузовой объем, м^3;

q_v - норма загрузки, т/м^3;

Рабочая нагрузка на пол определяется по формуле:

$$P = \frac{E_{кам}}{F_{гр}}, \text{ кг/м}^3 \qquad (5)$$

где $E_{кам}$ емкость камеры, кг;

$F_{гр}$ - грузовая площадь, м^2.

Изоляционные и строительные материалы и конструкции холодильников.

Потребная толщина изоляционного слоя, (мм) определяется по формуле:

$$\delta_{иг} = \lambda_{иг}\left[\frac{1}{k_{опт}} - \left(\frac{1}{\alpha_H} + \sum_{1-1}^{n}\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right)\right]$$

где $\lambda_{иг}$ - коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала по заданию, Вт/м*к; $k_{опт}$ - оптимальный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/м^2*к; (принимаем из таблицы 6); α_H, α_B - коэффициенты теплоотдачи наружной и внутренней стенки ограждения, Вт/м^2*к; (принимаем равными α_H=23,2 Вт/м^2*k; и α_B=8,0 Вт/м^2*k). Значение коэффициентов теплопроводности слоев λ_i рекомендуется принимать согласно справочных значений. Если в результате расчета получения требуемая толщина изоляции материала не соответствует стандартной, то необходимо принять толщину изоляции кратной стандартной толщине выпускаемых плит. Округление толщины изоляционного слоя произвести в сторону увеличения. Действительный коэффициент теплопередачи (Вт/м^2*k) определяется по формуле:

$$k_q = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_H} + \sum_{i=1}^{n}\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right) + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}}$$

Конструкцию перегородок между камерами следует выбирать по типу наружных ограждений. Коэффициенты теплопередачи перегородок между камерами приводятся в литературе.

Лекция № 9
Тема 9. Способы охлаждения камер холодильников.

Схема холодильной установки должна удовлетворять следующим требованиям: автоматическое поддержание температурного и влажностного режима в камерах, равномерная подача хладагента и хладоносителя в приборы охлаждения, простота в обслуживание и безопасность в работе, надежная защита компрессоров от гидравлического удара, отвечать правилам безопасности эксплуатации, обеспечивать бесперебойную работу установки при ремонте или остановке части оборудования.

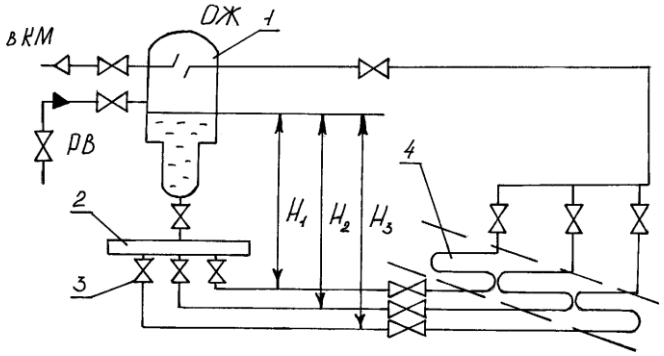


Рис. 1- Безнасосная схема с верхним расположением отделителя жидкости: 1 – отделитель жидкости; 2 – коллектор; 3 – регулирующий вентиль;4 – испаритель.

На холодильниках применяют две системы охлаждения: систему непосредственного охлаждения, при которой хладагент кипит в приборах охлаждения и систему с промежуточным хладоносителем (рассольная система).

Система непосредственного охлаждения относится к безнасосным схемам с подачей аммиака в приборы охлаждения под напором столба жидкости (рис. 1), и с подачей аммиака в приборы охлаждения под действием разности давлений конденсации и кипения (рис. 2)

Схему под напором столба жидкости также называют схемой с верхним расположением отделителя жидкости. Хладагент через регулирующий вентиль направляется в отделитель жидкости 1, где жидкость отделяется от пара, вследствие резкого изменения скорости и направление движения хладагента.

Далее жидкость через коллектор 2, через соленоидные и регулирующие вентили подается испаритель 3, где кипит при низком давлении, образовавшееся пары отсасываются компрессором.

Основной недостаток этой схемы заключается в необходимости установки отделителя жидкости на большой высоте, выше всех охлаждающих приборов.

Хладагент за счет разности давлений конденсации и кипения из

линейного ресивера подается в приборы охлаждения 1 (пристенные и

потолочные батареи или воздухоохладители).

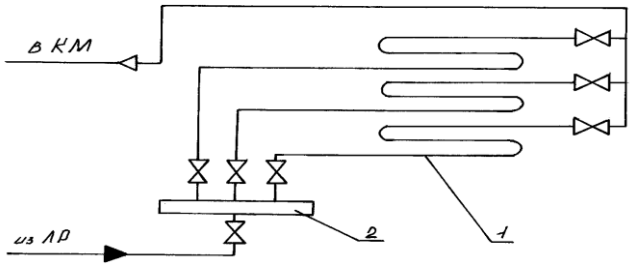


Рис. 2- Принципиальная схема передачи хладагента в испарительную систему под действием разности давлений конденсации и кипения: 1 – приборы охлаждения; 2 – жидкостной распределитель коллектор.

Недостатком систем непосредственного охлаждения является большое количество аммиака, содержащееся в трубах и аппаратах, большое количество соединений, пожаро- и взрывоопасность.

Преимущественное распространение получили аммиачные насосно-циркуляционные схемы непосредственного охлаждения (рис. 3). Такие схемы бывают как с верхней так и с нижней подачей хладагента в приборы охлаждения.

В насосных схемах с нижней подачей жидкости кратность циркуляции жидкого хладагента принимают равной 4–5, а в схемах с верхней подачей 10-11, т.е. в испарительную схему в 4-5, 10-11 раз подается больше жидкого хладагента, чем испаряется в системе. Избыточная жидкость возвращается в циркуляционный ресивер.

Отношение количества подаваемой жидкости к количеству образовавшегося пара называют кратность циркуляции.

Схемы рассольного охлаждения применяют в следующих случаях: при большом удалении холодильника от компрессорного цеха, когда правила техники безопасности запрещают использовать непосредственное охлаждение.

В качестве хладоносителей применяют воду, водные растворы хлористого кальция и хлористого натрия.

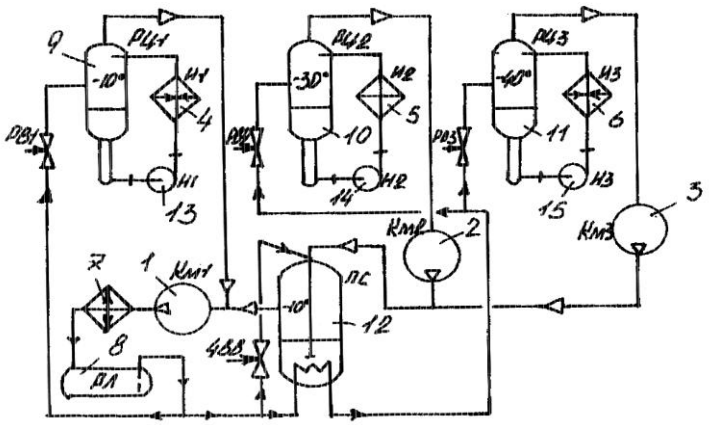


Рис. 3 - Принципиальная схема холодильной установки с тремя температурными кипения и фиксированным промежуточным давлением: 1,2,3 – компрессоры; 4,5,6 – испарители; 7 – конденсатор; 8 – линейный ресивер; 9,10,11 – циркуляционные ресиверы; 12 – промежуточный сосуд; 13,14,15 – аммиачные насосы.

Рассольные схемы бывают открытые и закрытые. В открытых рассольных схемах применяют панельные испарители (рис. 5). В закрытой рассольной системе охлаждения применяют кожухотрубный испаритель 3. Аммиак из конденсатора 1 направляется в межтрубное пространство кожухотрубного испарителя, где кипит при низком давлении, отбирая теплоту от рассола, циркулирующего в трубах испарителя. Охлажденный рассол рассольным насосом (4) подается в приборы охлаждения (5).

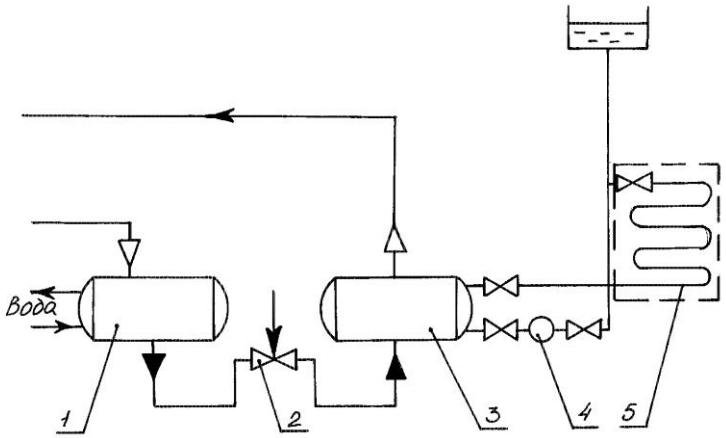


Рис. 4 - Схема закрытой рассольной системы охлаждения: 1 – конденсатор, 2 - регулирующий вентиль, 3 -испаритель 4 – насос, 5 – рассольные батареи.

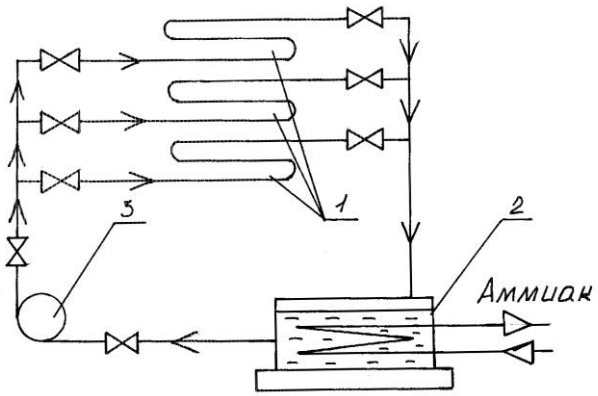


Рис. 5 - Открытая рассольная схема охлаждения: 1 – охлаждающие рассольные батареи, 2 – исправитель, 3 – рассольный насос.

Недостаток этих схем: рассолы вызывают усиленную коррозию, что приводит к необходимости частой замены труб. Для небольших холодильных установок допускаются применение двухтрубной закрытой и открытой систем, для крупных – трехтрубных закрытых систем.

Лекция № 10

Тема 10. Рабочие схемы компрессорной установки и холодильной установки предприятий общественного питания в целом.

Схема холодильной установки должна удовлетворять следующим требованиям: автоматическое поддержание температурного и влажностного режима в камерах, равномерная подача хладагента и хладоносителя в приборы охлаждения, простота в обслуживание и безопасность в работе, надежная защита компрессоров от гидравлического удара, отвечать правилам безопасности эксплуатации, обеспечивать бесперебойную работу установки при ремонте или остановке части оборудования.

Для кратковременного хранения скоропортящихся продуктов в производственных цехах используют холодильные и морозильные камеры и шкафы. Площадь этих камер может быть рассчитана по формулам, а также по нормативным данным на 1 т сырья или готовой продукции в сутки, на 1 т полуфабрикатов или готовой продукции в смену, на 1 тыс. шт. изделий в смену по ВНТП 04-86. Холодильные шкафы устанавливают во всех цехах и помещениях, и технологический расчет их сводится к определению полезного объема, или вместимости, шкафа (м3) по формуле:

$$V_n = \Sigma \frac{G}{\rho \nu}$$

где G— масса продукта (изделия), кг; ρ — объемная плотность продукта (изделия), кг/м^3 (см. приложение 10); ν — коэффициент, учитывающий массу тары (ν = 0,7...0,8).

При хранении скоропортящейся продукции в гастроемкостях полезный объем холодильного шкафа вычисляют по объему гастроемкостей.

$$V = \Sigma \frac{V_{г.е}}{\nu}$$

где $V_{г.е}$ объем гастроемкостей, м^3.

После определения требуемого полезного объема, или вместимости, холодильного шкафа по справочникам подбирают холодильный шкаф, объем которого близок к расчетному. При снабжении готовой продукцией доготовочных предприятий срок ее хранения необходимо увеличить. Поэтому готовую продукцию подвергают быстрому охлаждению от 75...80 до 0...4 °С в течение 2 ч. Такое охлаждение осуществляют в шкафах интенсивного охлаждения ШХ-И; оно занимает меньше времени и менее энергоемко в отличие от замораживания. Необходимое число таких шкафов можно рассчитать по формуле:

$$n = \frac{G}{E\varphi}$$

где G— масса охлаждаемой продукции, кг; E— вместимость шкафа интенсивного охлаждения, кг; φ— оборачиваемость шкафа за основную смену.

$$\varphi = \frac{T}{t_ц}$$

где T— продолжительность работы основной смены, ч; $t_ц$ — продолжительность цикла охлаждения; $t_ц$ = 2 ч.

Холодильные шкафы холодного цеха - из массы суточного или полусуточного запаса продуктов и полуфабрикатов, из которых готовят холодные и сладкие блюда. В некоторых кафе кроме вышеупомянутого оборудования в холодных цехах устанавливают другие виды холодильного оборудования — низкотемпературные прилавки, льдогенераторы и т. п. В каждом отдельном случае подбор того или иного вида оборудования осуществляют по массе или объему хранящейся продукции (низкотемпературные прилавки) или с учетом требуемой максимальной производительности (льдогенераторы). Холодильные шкафы кондитерского цеха рассчитывают по отделениям, число которых зависит от мощности цеха. Расчет холодильного оборудования в кладовой запаса сырья осуществляют по массе продуктов, подлежащих хранению в течение суток или в основную смену; отделения замеса, разделки и выпечки - по массе охлаждаемого слоеного теста; отделения отделки - по массе отделочных полуфабрикатов; камеры готовых изделий - по массе готовых изделий с кремом. В залах могут быть установлены холодильные шкафы с остеклением для демонстрации и продажи различных сортов вина, холодных напитков и кондитерских изделий, салат-бары для реализации и кратковременного хранения салатов, овощей, зелени и т. д.

Лекция № 11
Тема 11. Тепловой расчет холодильников. Подбор приборов охлаждения камер.

1.Тепловой расчет холодильных камер. Заданный температурный режим обработки и хранения продуктов обеспечивается правильно выбранным оборудованием машинного отделения и камер. Холодопроизводительность оборудования определяют тепловым расчетом, который проводят для каждого охлаждаемого помещения отдельно.

Холодопроизводительность оборудования определяют тепловым расчетом, который проводится для каждой камеры отдельно. Теплоприток в каждую камеру $Q_{об}$ (Вт) определяется как сумма отдельных теплопритоков:

$$Q_{об} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ Вт} \qquad (1)$$

где Q_1 - теплоприток через ограждения, Вт; Q_2 - теплоприток от грузов, Вт; Q_3 - теплоприток при вентиляции; Q_4 - эксплуатационные теплопритоки, Вт и служит основанием для расчета и подбора камерного оборудования (батарей или воздухоохладителей).

Теплопритоки через ограждения. Их определяют по формуле:

$$Q_1 = Q_1' + Q_1'' + Q_1''', \text{ Вт} \quad (2)$$

где Q_1' - приток тепла через стены, перегородки, перекрытия, Вт; Q_1'' - приток тепла от пола, Вт; Q_1''' - приток тепла от солнечной радиации.

Теплоприток через ограждения Q_1, вызванный разностью температур, определяется по формуле:

$$Q_1' = k_q \cdot F\,(t_h - t_k), \text{ Вт} \qquad (3)$$

где k_q - действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/м^2 · k; F - поверхность ограждения, м2; t_k - температура воздуха внутри камеры определена заданием, °С; t_h - температура наружного воздуха расчетная, °С.

Расчетная температура наружного воздуха определяется по формуле:

$$t_h = 0{,}4 * t_{ср.мес} + 0{,}6 * t_{макс} \qquad (4)$$

где $t_{ср.мес}$ и $t_{макс}$ - среднемесячная и максимальная температура воздуха самого жаркого месяца.

Расчетные разности температур для внутренних ограждений принимают в процентах от расчетной разности температур.

Если внутреннее ограждение камеры отделяет неохлаждаемое помещение, сообщающееся с наружным воздухом, то расчетные разности температур определяются по формуле:

$$\Delta t_p = 0.7(t_h + t_k), {}^0C \qquad (5)$$

Теплоприток от пола определяется по формуле:

$$Q_1'' = k_q \cdot F(t_{ср} - t_k). \text{ Вт} \qquad (6)$$

где $t_{ср} = 1\ {}^0C$ - средняя температура грунта при наличии обогрева.

Теплоприток от солнечной радиации определяется как сумма тепловых потоков, поступающих через поверхность одной из стен, наиболее невыгодно ориентированная относительно солнечного излучения, и через поверхность кровли.

$$Q_1''' = k_q \cdot F \cdot \theta_c, \text{ Вт} \qquad (7)$$

где k_q - действительный коэффициент теплопередачи соответствующих ограждений (кровля, южная стенка), Вт/м^2 * k; F - поверхность конструкции, облучаемая солнцем, м^2; θ_c - избыточный температурный напор, характеризующий действие солнечной радиации для летнего периода,°0.

Теплопритоки с грузом.

Поступающие грузы обычно имеют более высокую температуру, чем температура хранения, охлаждения или замораживания в камере.

Теплоприток от продуктов при их холодильной обработке определяется так:

$$Q_2 = Q_2' + Q_2'' + Q_2''', \text{ Вт} \qquad (8)$$

где Q_2' - теплоприток при охлаждении продуктов, Вт; Q_2'' - теплоприток при домораживании продуктов, Вт; Q_2''' - теплоприток при замораживании продуктов, Вт.

Теплоприток при охлаждении и домораживании продуктов в камерах хранения можно определить так:

$$Q_2' = 0{,}116 \cdot E \cdot A \cdot \Delta i, \text{ Вт} \qquad (9)$$

где E - емкость камеры, т;

A - суточное поступление продуктов в % от E. Для камер емкостью до 200 т принимают 8 %, а для камер емкостью свыше 200 т принимают 6 %. Δi - разность энтальпий, соответствующих начальной и конечной температурам продуктов, кДж/кг.

Начальные и конечные значения энтальпий продуктов следует принимать согласно значений температур продуктов.

Приток тепла при замораживании продуктов в камерах замораживания.

$$Q_2''' = \frac{E_2 * 1000}{\tau * 3.6} \Delta i, \text{ Вт} \qquad (10)$$

где E_2 - емкость камеры замораживания, т; τ - длительность цикла замораживания, час; Δi- разность энтальпий продукта до и после замораживания, кДж/кг;

Молочная продукция поступает в таре, поэтому необходимо учитывать теплопритоки от тары:

$$Q_2^т = P_m * C_m * (t_н - t_к) * 0{,}015, \text{ Вт} \qquad (11)$$

где P_m - масса тары, кг; C_m - теплоемкость тары, °С; $t_н$ - начальная температура тары, °С;$t_к$-конечная температура тары, °С.

Масса тары составляет от 10 до 30 %. от массы груза, для стеклянной тары 100 %.

Удельную теплоемкость тары принимают по материалу, из которого она изготовлена:

деревянная и картонная $C_т = 2.3$ кДж/кг * К

металлическая $C_т = 0{,}5$ гДж/кг * К

стеклянная $C_т = 0{,}8$ кДж/кг * К.

Теплопритоки при вентиляции камер.

Вентилируют камеры хранения охлажденных грузов, в которых имеются специфические запахи. Вентилируют также производственные помещения, в соответствии обеспечения санитарных условий для людей, работающих в охлаждаемых камерах, необходимо подавать свежий воздух в соответствии с санитарными нормами 20 $м^3$/час на одного работающего.

Теплопритоки, возникающие при вентиляции охлаждаемых помещений, определяют по формуле:

$$Q_3 = 20 * n * p (i_н * i_к) /3{,}6, \text{ Вт} \qquad (12)$$

где 20 - соответствует количеству воздуха ($м^3$/ч), подаваемого в помещение на одного работающего; n - число работающих в камере людей; p - плотность воздуха в охлаждаемом помещении, кг/$м^3$; $i_н$,$i_к$ - энтальпии наружного воздуха и воздуха в камере, кДж/кг.

Определение эксплуатационных теплопритоков.

Теплопритоки Q_4 определяются по формуле:

$$Q_4 = Q_4' + Q_4'' + Q_4''' + Q_4'''', \text{ Вт} \qquad (13)$$

где Q_4' - теплоприток от освещения, Вт;

Q_4'' - теплоприток от электродвигателей, Вт;

Q_4'''- теплоприток от работающих людей, Вт;

Q_4'''' - теплоприток от открывания дверей, Вт.

Теплопритоки от освещения определяют по формуле:

$$Q_4 = A * F, \text{ Вт} \qquad (14)$$

где А -количество тепла, выделяемое осветительными приборами на 1$м^2$ площади камеры, Вт/м2;

F - площадь камеры, $м^2$.

Для складских помещений $A = 1$ Вт/$м^2$;

для производственных $A = 4$ Вт/$м^2$.

Теплоприток от электродвигателей определяют по формуле:

$$Q_4 = \sum_{i=1}^{n} N_{эл} \cdot 1000 \text{, Вт} \qquad (15)$$

где $N_{эл}$ - мощность электродвигателей, кВт.

Теплоприток от людей:

$$Q_4''' = 350 \cdot n, \text{ Вт} \qquad (16)$$

где n - число работающих людей.

Число работающих людей принимают для камер

площадью до 200 м^2 - 2...3 человека; свыше 200 м^2 - 3...4; 350 - тепловыделения одного человека при средней интенсивности работы, Вт.

Теплоприток при открывании дверей. Для расчета теплопритока при открывании дверей Q_4'''' (Вт) пользуются формулой:

$$Q_4'''' = B \cdot F, \text{ Вт} \quad (17)$$

где B - удельный теплоприток от открывания дверей, Вт/м^2 принимать согласно таблицы 4,

F - площадь камеры, м^2.

2 Расчет и подбор приборов охлаждения камер.

Заданный температурный и влажностный режимы в холодильных камерах поддерживаются совокупной работой холодильной машины и приборов охлаждения. Рекомендуется принимать для хранения мороженных грузов в качестве охлаждающих приборов оребренные или панельные батареи. Для камер замораживания – воздухоохладители подвесные, для камер хранения охлаждаемых грузов - воздухоохладители. Для оребренных батарей необходимую поверхность теплообмена определяют по формуле:

$$F = \frac{Q_{обор}}{k \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (18)$$

где $Q_{обор}$ - суммарная нагрузка на камерное оборудование, определенная тепловым расчетом, Вт;

k - коэффициент теплопередачи прибора охлаждения, Вт/м$_2$*К (принимать согласно таблицы 6);

Δt - разность температур между воздухом в камере и кипящим хладагентом при непосредственном охлаждении или средней температурой при рассольном охлаждении.

При подборе воздухоохладителя определяют площадь теплопередающей поверхности по формуле:

$$F = \frac{Q}{k * Q_{ср}}, \text{ м}^2 \qquad (19)$$

где Q - тепловая нагрузка на воздухоохладитель, Вт;

k - коэффициент теплопередачи, Вт/м^2 К;

$Q_{ср}$ - средний температурный напор между воздухом

Коэффициент теплопередачи воздухоохладителей из оребренных труб можно принимать в зависимости от температуры кипения холодильного агента:

t_0 = - 40 ^{0}C k = 11,5 Вт/м^{2*}К

t_0 = - 20 ^{0}C k = 12,8 Вт/м^2*К

t_0 = - 15 ^{0}C k = 14,0 Вт/м^2*К

t_0 = - 40 °С и выше k = 17,5 Вт/м^2*К.

Средний температурный напор определяем по формуле:

$$Q_{ср} = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_0 \text{, °C} \qquad (20)$$

где t_1,t_2 - температура воздуха входящего и выходящего из воздухоохладителя, °С; t_0 - температура кипения хладагента в охлаждаемых приборах, °С,

Лекция 12

Тема 12. Технологическое холодильное оборудование: морозильные камеры и шкафы с естественной циркуляцией воздуха; туннели, шкафы и камеры с принудительным (интенсивным) движением воздушных масс; конвейерные и спиральные морозильные аппараты; флюидизационные, плиточные, погружные и криогенные морозильные аппараты; фризеры

Наибольшее распространение получило технологическое холодильное оборудование с воздушным охлаждением, продукты питания в котором располагаются во внутреннем объеме таким образом, чтобы они свободно обдувались циркулирующими воздушными массами. К данному виду оборудования относятся камеры и туннели различных объемов, размещать в которых можно упакованные продукты любых видов. Морозильные камеры с естественной циркуляцией воздуха представляют собой теплоизолированное охлаждаемое помещение, оснащенное испарителями (без вентиляторов). Эти аппараты отличает простота эксплуатации, универсальность и небольшое потребление электроэнергии. Туннели и морозильные камеры с интенсивным охлаждением подходят для заморозки продуктов средних и крупных размеров, размещаемых в подвешенном состоянии или на полках тележек. В состав технологического холодильного оборудования входят вентиляторы (воздухоохладители), обеспечивающие равномерное охлаждение. В туннельных аппаратах чаще всего предусматривается конвейерная система, которая обеспечивает автоматическую загрузку/разгрузку и перемещение продуктов по туннелю. Аппараты подходят для холодильной обработки продуктов небольшой толщины и применяются в основном для замораживания. Они различаются средой и устройством транспортирования продуктов питания в процессе обработки (воздушный поток, механический и т.д.). Среди холодильного оборудования можно выделить аппараты с возможностью поддержания нескольких параметров воздуха – влажность, температура, скорость движения и др. В конвейерных и спиральных аппаратах продукты перемещаются при помощи цепного, ленточного, лоткового и т.д. механизмов. Флюидизационные аппараты в основном применяются для замораживания мелкоштучных продуктов нежной консистенции – ягод, кусочков фруктов или овощей, мелких креветок. В туннелях и в большинстве морозильных аппаратов теплота от продукта воспринимается воздухом и передается поверхности охлаждающих устройств. Такое охлаждение появилось исторически первым и сейчас наиболее широко распространено.

Воздух — естественная и достаточно инертная среда. Его можно использовать для холодильной обработки всех пищевых продуктов в широком интервале температур, скоростей движения и давлений. Указанные достоинства в значительной степени предопределяют универсальность применения и простоту конструкции туннеля и аппарата.

Туннели. Они представляют собой сооружение с мощным несущим каркасом из оцинкованной стали, к которому крепятся теплоизоляци онные панели типа сэндвич, а их внутренние поверхности в местах возможного контакта с продуктом выполняют из некорродирующей стали. Внутри туннеля находятся воздухоохладители, оборудование для размещения продукта (тележки, вешала на подвесном пути), системы воздухораспределения для подачи воздуха на продукт, дренирования талой воды и механизации загрузочно-разгрузочных работ (рис. 5.1). В туннелях с температурой воздуха ниже —4° С предусматривают обогрев пола.

Воздушные морозильные аппараты.Воздушные аппараты имеют каркасную или бескаркасную конструкцию, теплоизоляционное ограждение из панелей типа сэндвич, облицовку из некорродирующей стали.

Плиточные аппараты предназначены для замораживания продуктов между двумя металлическими плитами, внутри которых циркулирует охлаждающая среда. Плиты могут располагаться горизонтально, вертикально, а также радиально на вращающемся валу.

Плиточные аппараты применяют для замораживания твердых и жидких продуктов в виде блоков, например, рыбы, рыбного филе, морепродуктов, кускового мяса, субпродуктов, нарезанных овощей, фруктовую мякоть и др.

Флюидизационные морозильные аппараты предназначены для замораживания продукта в восходящем потоке воздуха, находящегося во взвешенном состоянии. В таких аппаратах продукты замораживают ся достаточно быстро и без деформации, что важно для продуктов влажных, с нежной консистенцией, которые могут слипаться. Во флюидизационном слое (во взвешенном состоянии) можно замораживать только мелкоштучные продукты или продукты, нарезанные на мелкие кусочки, которые близки по форме, размерам (20-25 мм) и массе, например, зеленый горошек, кубики моркови, ломтики яблок, клубнику, малину, смородину и др.

Иммерсионные морозильные аппараты замораживают продукты, погруженные в охлаждающую жидкость. Замораживание продуктов в жидкости характеризуется более интенсивным отводом теплоты независимо от геометрической формы, в отличие от замораживания в контакте с металлической поверхностью и в потоке воздуха.

Фризер предназначен для замораживания смеси с одновременным сбиванием. Фризеры различаются/классифицируются по следующим параметрам:

- в зависимости от продукта на выходе (фризеры для твердого и фризеры для мягкого мороженого);

- вариант исполнения фризера (настольный или напольный);
- производительность фризера;
- объём бункера для смеси;
- объём цилиндра или цилиндров замораживания;
- тип охлаждения во фризере;
- наличие пастеризации;
- наличие воздушной помпы.

Основным отличием между фризерами для твердого мороженого и фризерами для мягкого мороженого — это температура продукта на выходе. Во фризерах для твердого мороженого (еще называют батч-фризеры) она составляет −8°C, −12°C, а во фризерах для мягкого мороженого около −8°C. Во фризерах кроме мороженого можно готовить другие холодные десерты, такие как гранито, сорбетто, фроузен-йогурт и многое другое.

Лекция 13

Тема 13. Классификация холодильного оборудования по назначению, температурному режиму.

Классифицировать холодильное оборудование можно по различным признакам. Один из основных параметров для классификации – это температурный режим, поддерживаемый оборудованием. По температурному режиму В зависимости от температурного режима холодильные агрегаты можно разделить на среднетемпературные, низкотемпературные и камеры шоковой заморозки. Можно также выделить универсальные агрегаты, которые могут функционировать как среднетемпературные или низкотемпературные. Среднетемпературное оборудование (от 0 до +5°+7°C) предназначено для недолговременного хранения охлажденных продуктов. Низкотемпературное оборудование (от -1 до -18°C) предназначено для хранения замороженных продуктов. Камеры шоковой заморозки (от -18 до -30°C) предназначены для замораживания и длительного хранения продуктов. По функциональному назначению По функциональному назначению холодильное оборудование можно разделить на холодильные и морозильные камеры, оборудование для экспонирования готовых блюд и аппараты для производственных цехов — холодильные шкафы, охлаждаемые столы и камеры шокового охлаждения и заморозки. Холодильные и морозильные камеры идеальны для складов. В кухонном цехе обычно устанавливаются обычно холодильные среднетемпературные и низкотемпературные шкафы и морозильные лари, а также столы с охлаждаемыми шкафами. Для демонстрации реализуемых продуктов в торговых залах ставят среднетемпературные шкафы со стеклянными дверцами, кондитерские шкафы, а также климатические шкафы для вин. В кофейнях и кондитерских в барные стойки встраиваются кондитерские холодильные витрины. Для хранения и экспонирования продукции в магазинах используются холодильные витрины и бонеты. Отдельно можно

выделить оборудование узкой направленности: сокоохладители, льдогенераторы.

Общие технические требования к торговому холодильному оборудованию представлены в разделе 5 ГОСТ 23833-95 "Оборудование холодильное торговое. Общие технические условия". Торговое холодильное оборудование в соответствии с разделом 3 ГОСТ 23833-95 "Оборудование холодильное торговое. Общие технические условия" классифицируется по следующим признакам.
По назначению- сборные холодильные камеры, холодильные шкафы, прилавки, витрины, прилавки-витрины, лари, столы, льдогенератор.
По виду доступа покупателя к продукту торговое холодильное оборудование подразделяется на:
1. Закрытое, в котором доступ к хранящемуся продукту осуществляется через дверки или раздвижные створки;
2. Открытое с доступом к продукту через открытый проем и специализированное с контейнерной загрузкой.

По размещению пищевых продуктов оборудование подразделяется на:
1. Полочное (одно- и многоярусное), в котором пищевые продукты размещаются на полках и дне полезного объема, продукты могут также подвешиваться на крюках;
2. Контейнерное, в котором пищевые продукты размещаются в контейнерах.

По температурному режиму:
1. Высокотемпературное, предназначенное для хранения, демонстрации и продажи напитков и продуктов из тары-оборудования при температуре 4-12 °С;
2. Среднетемпературное, предназначенное для хранения, демонстрации и продажи охлажденных продуктов при температуре 0-8 °С;
3. Низкотемпературное, предназначенное для хранения, демонстрации и продажи замороженных продуктов при температуре не выше -18 °С;
4. Комбинированное, включающее в себя средне- и низкотемпературное отделение;
5. Охлаждающее, предназначенное для охлаждения продуктов и замораживающее, предназначенное для замораживания продуктов при температуре не выше -25 °С.
По способу охлаждения- с машинным, льдосоляным охлаждением и охлаждением сухим льдом.

По расположению холодильного агрегата:
1. Со встроенным холодильным агрегатом, в котором последний размещен снаружи или внутри оборудования;
2. С вынесенным холодильным агрегатом, в котором последний размещен

вне оборудования.

Лекция 14

Тема 14. Шкафы холодильные, камеры холодильный, прилавки охлаждаемые, витрины, стойки -витрины, прилавки-витрины, льдогенераторы; бонеты, граниторы: общая характеристика, типы, назначение, особенности устройства основных узлов, правила эксплуатации и техника безопасности.

На предприятиях торговли и массового питания требуется кратковременное хранение сравнительно небольших запасов продуктов, необходимых для бесперебойной работы, а также охлажденных и замороженных продуктов, полуфабрикатов и готовых блюд для их демонстрации и реализации непосредственно в торговом зале. Для этих целей используют особое торговое холодильное оборудование.

Торговое холодильное оборудование развивается в направлении технического совершенства, многофункциональности, дизайна и эргономики.

Техническое совершенство направлено на: повышение точности поддержания температуры в охлаждаемом объеме; сокращение потребляемой энергии; снижение уровня шума, производимого работающим оборудованием; увеличение площади выкладки и обзорности демонстрируемых продуктов; использование экологически чистых материалов.

Для современного дизайна оборудования характерна плавность линий, использование в конструкции некорродирующей стали, анодированного алюминия, окрашенного эпоксидной порошковой эмалью горячим способом в разные цвета белого металла, пластика, а в отделке — еще мрамора и гранита.

В основе конструкции оборудования лежит модульный принцип — из модулей компонуют модельный (типоразмерный) ряд оборудования.Торговое холодильное оборудование классифицируют по ряду при знаков. В зависимости от выполняемых функций и конструктивных особенностей различают камеры, шкафы, лари, прилавки, витрины, прилавки-витрины, столы и др.

В зависимости от температуры воздуха в охлаждаемом объеме выделяют оборудование: высокотемпературное, предназначенное для хранения, демонстрации и продажи напитков и продуктов из тары-оборудования при температуре 4—12°С; среднетемпературное, предна значенное для хранения, демонстрации и продажи охлажденных продуктов при температуре 0—8°С; низкотемпературное, предназначенное для хранения, демонстрации и продажи замороженных продуктов при температуре не выше — 18°С; комбинированное, включающее в себя средне- и низкотемпературное отделение; охлаждающее, предназначенное для охлаждения продуктов и замораживающее, предназначенное для замораживания продуктов при температуре не выше —25°С.

Лекция 15

Тема 15. Приборы и средства автоматики

Автоматизация холодильной установки заключается в автоматическом регулировании температуры охлаждаемого объекта, регулировании заполнения испарителя жидким хладагентом, регулировании давления конденсации, автоматической защите компрессоров от недопустимых режимов работы.

а) Регулирование температуры охлаждаемого объекта.

Для поддержания заданной температуры холодильная машина должна отнимать всю теплоту, поступающую в охлаждаемый объект в единицу времени. В связи с большим колебанием тепловой нагрузки подбор холодильной машины производят, исходя из наибольшей тепловой нагрузки. При снижении тепловой нагрузки необходимо соответственно уменьшить производительность компрессора и охлаждающих приборов путем остановки компрессора или выключения приборов охлаждения.

Регулирование температуры в холодильных установках с одним объектом обычно производится по способу двухпозиционного регулирования- периодических пусков и остановок компрессоров. Для этого используют двухпозиционные приборы- реле, реагирующие на изменение температуры в камере РТ, или на изменение температуры в испарителе РТИ, или на изменение давления в испарителе РДН.

В холодильных камерах с несколькими объектами охлаждения применяют реле температуры РТ в комплекте с соленоидными вентилями. При повышении температуры в одной из камер СВ по команде РТ, установленного в камере, открывается и охлаждающая среда поступает в приборы охлаждения. При достижении заданной температуры в камере СВ закрывается и охлаждение прекращается. Сигнал от РТ передается СВ посредством промежуточного реле РП.

Большинство процессов в холодильных установках самоустанавливающиеся и поэтому можно было бы обойтись без автоматизации, однако в ряде случаев самоустановление режима происходит за пределами допустимых по требованиям пищевой технологии, по требованиям безопасности эксплуатации и т. п.

Автоматизация холодильных установок производится с применением приборов и средств автоматизации. Самоустановление режимов холодильной установки позволяет использовать относительно простые системы автоматизации.

Автоматизация холодильных установок позволяет освободить человека от непосредственного управления процессом производства холода и обеспечить безопасную работу холодильной установки. К направлениям автоматизации холодильных установок относятся автоматически выполняемые функции: контроль, сигнализация, защита, регулирование и управление.

Автоматический контроль подразумевает дистанционное наблюдение за изменением физических величин или запись их численных значений.

Корректный выбор объема контролируемых параметров позволяет не только фиксировать точность поддержания технологического процесса, но и производить выявление причин, вызывающих отклонение
параметров процесса от проектного. Контроль параметров холодильной установки может производиться с помощью микропроцессоров или компьютеров.

Автоматическая защита обязательна на всех холодильных установках. Эксплуатация холодильных установок с выключенными приборами защиты не допускается. Защита позволяет не допустить разрушения оборудования при отклонениях процессов от нормальной работы, которые могут возникнуть вследствие, например, неисправностей в эле
ментах холодильной установки. На аммиачных холодильных установках должна быть выполнена защита по следующим параметрам:

— предельно допустимое давление нагнетания хладагента;

— предельно допустимая температура нагнетания хладагента;

— предельно допустимая минимальная разность давлений в системе смазки компрессора;

— верхний предельно допустимый уровень жидкого аммиака в аппарате, выполняющем функцию защиты компрессора от влажного хода;

— нижняя предельно допустимая температура хладоносителя (при наличии испарителей для охлаждения жидких хладоносителей);

— минимальный расход воды (при наличии водяного охлаждения компрессора).

Автоматическое регулирование — наиболее важный вид автоматизации.

Основными параметрами, подлежащими регулированию в холодильных установках, являются следующие:

- температура воздуха в холодильной камере;
- температура хладоносителя, подаваемого в холодильно
технологические аппараты;
- температура кипения хладагента в многоиспарительных системах;
- перегрев пара хладагента на всасывании в компрессоры или уровень хладагента в испарителе (циркуляционном ресивере).

4.2. Практические работы

Тема 1. Определение продолжительности холодильной обработки продукта.

План

Задаваясь значениями скорости движения охлаждающего воздуха интервале от 0,5 до 2,5 м/с с интервалом 0,5 м/с определить продолжительность процесса охлаждения выбранного продукта. По результатам расчета построить график зависимости продолжительности процесса охлаждения от скорости движения воздуха.

Контрольные вопросы.

1. Значение охлаждения пищевых продуктов, подмораживания и замораживания пищевых продуктов
2. Критерий БИО.
3. Коэффициент теплообмена.
4. Основные методы холодильной обработки продуктов и их краткая характеристика.
5. От какой величины зависят технико-экономические показатели камеры
6. Холодильное оборудование и способы отвода тепла от продукта.

Тема 2: Определение продолжительности замораживания продукта.

Задаваясь значениями скорости движения охлаждающего воздуха интервале от 0,5 до 2,5 м/с с интервалом 0,5 м/с определить продолжительность процесса охлаждения выбранного продукта.

По результатам расчета построить график зависимости продолжительности замораживания продукта от скорости движения охлаждающего воздуха.

Контрольные вопросы.

7. Значение замораживания пищевых продуктов, подмораживания и глазирования пищевых продуктов
8. Критерий БИО.
9. Поясните как определяется температура конечная, коэффициент теплообмена.
10. Основные методы замораживания продуктов и их краткая характеристика.
11. От какой величины зависят технико-экономические показатели камеры для замораживания.
12. Холодильное оборудование и способы замораживания продуктов в криогенных линиях.

Тема3: Построение циклов холодильных машин с помощью термодинамических диаграмм свойств холодильных агентов.

1.Принципиальная схема холодильной машины в соответствии с заданным циклом.

2.Изображение теоретического цикла холодильной машины в диаграмме lgP-i.

3.Таблица параметров узловых точек цикла.

4. Расчет основных величин холодильного цикла.

Контрольные вопросы.

1.Что называется холодильной машиной? Холодильным циклом?

2. В чем заключается цель работы?

3. Какие области состояния рабочих тел изображаются в термодинамических диаграммах (Т.Д.Д.)?

4. Как изображаются изотермы, изобары, изоэнтальпы, изохоры, адиабаты в Т.Д.Д.?

5. Почему диаграмму T-S называют «тепловой», а диаграмму l_g P-i «разностной»?
6. Назовите основные характеристики цикла холодильной машины?
7. Назначение основных аппаратов холодильной машины и изображение процессов в Т.Д.Д., происходящих в них.
8. Назначение в схеме холодильной машины дополнительного теплообменника?

Тема 4: Способы охлаждения камер холодильников

1. Ознакомление со способами охлаждения камер холодильников, овладеть умением читать схемы холодильных установок.
2. Зарисовать схемы холодильных установок рис.4.1. 4.2. 4.4, 4.5.

Контрольные вопросы.

1. Системы и устройства подвода и отвода теплоты.
2. Системы охлаждения.
3. Безнасосные системы непосредственного охлаждения.
4. Насосно-циркуляционные системы охлаждения.
5. Системы с промежуточным хладоносителем.
6. Системы с аккумулятором холода.
7. Фреоновые системы охлаждения.

Тема 5: Тепловой расчет холодильной камеры.

1. Определение тепловых притоков с наружным воздухом через ограждения: стены, покрытия, пол. Результаты расчетов свести в таблицу 5.2.
2. Определение теплопритоков от грузов, эксплуатационные теплопритоки. Результаты расчетов свести в таблицу 5.3
3. Провести расчет и подбор приборов охлаждения камер.

Контрольные вопросы.

1. Какова цель теплового расчета холодильника?
2. От чего зависит теплоприток через наружные ограждения?
3. Как определить суточное поступление груза в камеры термической обработки и хранения?

Тема 6: Компрессоры холодильных машин.

1. Изучить конструкции одноступенчатых поршневых компрессоров.
2. Основные детали и узлы (описание, устройство, применяемые материалы, смазка); системы условных обозначений и маркировок.

Контрольные вопросы.

1. Типы компрессоров.
2. От чего зависит холодопроизводительность компрессора?
3. Устройство и область применения винтовых компрессоров.
4. Устройство и область применения ротационных компрессоров.
5. Устройство и область применения спиральных компрессоров.

6. Устройство и область применения спиральных компрессоров.
7. Устройство и область применения герметичных компрессоров.
8. Назовите основные узлы, и детали поршневого компрессора.
9. Как осуществляется смазка в бессальниковых компрессорах?

Тема7: Теплообменные аппараты холодильных установок.

1. Изучить конструкции испарителей, конденсаторов, теплообменников различного назначения.
2. Выполнить расчет и подбор теплообменного аппарата.

Контрольные вопросы:

1. Каковы конструктивные отличия горизонтальных кожухотрубных конденсаторов аммиачных и фреоновых?
2. По каким показателям подбирают конденсаторы и водяные насосы?
3. Каковы особенности конструкции панельных и кожухотрубных испарителей?
4. Как подбирают батареи и воздухоохладители?
5. Системы отвода теплоты конденсации.

Тема 8: Определение вместимости и толщины изоляционной конструкции холодильной камеры.

1.Уметь определять емкость, строительную площадь и грузовой объем холодильной камеры.
2. Уметь проводить подбор оптимальных значений коэффициента теплопередачи для наружных стен, перегородок, пола и покрытия.
3. Выполнять выбор изоляционной конструкции и определять толщину слоя изоляции с учетом стандартных размеров изоляционных плит.

Контрольные вопросы:

1. Какие свойствами должны обладать теплоизоляционные материалы?
2. Каким основным требованиям должны удовлетворять строительно-изоляционные конструкции холодильников?
3. От каких величин зависит толщина теплоизоляционного материала ограждения холодильника?

Тема 9: Холодильное оборудование торговли и общественного питания

1. Изучить торговое холодильное оборудование: витрины, прилавки, прилавки-витрины, холодильные шкафы, сборные холодильные камеры.

Контрольные вопросы.

1. Ассортимент, классификация и правила эксплуатации холодильного оборудования.
2. Холодильные прилавки и витрины ,характеристика камер холодильников.Классификация торгового холодильного оборудования.

3. Выберите по собственному желанию один из видов или типом холодильного оборудования и дайте ему эксплуатационную характеристику.

4. Назовите правила рациональной и безопасной эксплуатации холодильного оборудования.

5. Шкафы холодильные, камеры холодильный, прилавки охлаждаемые, витрины, стойки-витрины, прилавки-витрины: общая характеристика, типы, назначение, особенности устройства основных узлов, правила эксплуатации и техника безопасности.

Тема 10: Кондиционирование воздуха

1. Цель работы. Расчет производительности системы кондиционирования воздуха.

2. Схема установки кондиционирования воздуха.

3. Изображения рассчитываемого процесса в *d-i* - диаграмме.

4. Таблица параметров точек процесса

Контрольные вопросы.

I. Что понимают под термином "кондиционирование воздуха".

2. Понятие влажного воздуха, ненасыщенного и насыщенного.

3. Основные параметры воздуха.

4. Изображение изотермы, линий относительной влажности изоэнтальпий, изохор в диаграмме d-i.

5. Области различных состояний влажного воздуха в диаграмме d-i.

6. Понятие и определение температуры точки росы.

7. Определение температуры мокрого термометра.

8. Виды тепловлажностной обработки воздуха, и изображение их в диаграмме d-i.

Тема 11. Введение. Промышленные технологии, использующие искусственный холод.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов теоретических знаний о спсобах холодильной обрабюотки пищевой продукции.

Знать: учебный материал в области искусственного охлаждения, промышленных технологий, использующих искусственный холод

Уметь: классифицировать способы холодильной обработки пищевой продукции.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения способов холодильной обработки пищевой продукции.

Учебные вопросы:

1. Назовите способы холодильной обработки.
2. Инновационные методы охлаждения и замораживания продуктов.
3. Область применения искусственного холода в общественном питании.

4. Область применения искусственного холода в торговле.

Тема 12. Теплотехнические и термодинамические основы холодильных машин.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов теплотехнических и термодинамических основ холодильных машин.
Знать: учебный материал в области основ теплотехники.
Уметь: объяснить виды фазовых переходов вещества: сопровождающийся поглощением теплоты; плавление; кипение (испарение); сублимация; изоэнтропное дросселирование газа (эффект Джоуля-Томпсона); изоэнтропное расширение газа (эффект Ранка- Хильша или вихревой эффект); термоэлектрический эффект (эффект Пельтье)
Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения различных способов получения искусственного холода.

Вопросы

1.Способы получения низких температур.

2.Какие процессы происходят в испарителе, компрессоре, конденсаторе и регулирующем вентиле?

3. Что значит машинный и безмашинный способ получения низких температур?

4. Какие процессы происходят в регенеративном теплообменнике?

5. Что такое дросселирование?

Тема 13. Циклы холодильных машин компрессорного типа.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов понимания термодинамических циклов холодильных машин.
Знать: учебный схемы и циклы холодильных машин.
Уметь: рассчитывать цикл и читать схемы холодильных машин
Владеть: методикой расчета цикла холодильной машины компрессорного типа.

Вопросы:

1. Что называется холодильной машиной? Холодильным циклом?

2. Какие области состояния рабочих тел изображаются в термодинамических диаграммах (Т.Д.Д.)?

3. Как изображаются изотермы, изобары, изоэнтальпы, изохоры, адиабаты в Т.Д.Д.?

4. Почему Т.Д.Д. T-S называют «тепловой», а диаграмму l_g P-i «разностной»

5. Назовите основные характеристики цикла холодильной машины?

6. Назначение основных аппаратов холодильной машины и изображение процессов в Т.Д.Д., происходящих в них.

7. Назначение в схеме холодильной машины дополнительного теплообменника?

Тема 14. Хладагенты и хладоносители.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о видах холодильных агентов и хладоносителей

Знать: классификацию холодильных агентов и хладоносителей, их свойства и меры безопасности при эксплуатации холодильного оборудования.

Уметь: обсновать выбор холодильного агента или хладоносителя

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам охраны труда и техники безопасности при работе с различными видами хладагентов и хладоносителей.

Вопросы

1. Новые хладагенты и хладоносители. Их свойства и область применения.
2. Марки фреонов, применяемых в торговом холодильном оборудовании.
3. Хладагенты, используемые в централизованных холодильных установках.
4. Характеристика хладоносителей и требования к ним.
5. Характеристика хладагентов и требования к ним.

Тема 15. Компрессоры холодильных машин.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о типах компрессоров, применяемых в холодильном оборудовании торговли и общественного питания.

Знать: классификацию и область применения компрессоров различного типа.

Уметь: выполняить выбор компрессоров для холодильной машины.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Компрессоры холодильных машин предназначены для отсасывания пара из испарителя с целью поддержания в нем постоянного давления кипения и последующего сжатия пара до давления конденсации, при котором пар хладагента конденсируется в результате, охлаждения водой или воздухом. Компрессоры холодильных машин классифицируют по холодопроизводительности, потребляемой мощности, по расположению цилиндров; по способу прохождения пара через цилиндры.

Вопросы.

1. Назовите основные узлы, и детали поршневого компрессора.
2. Типы компрессоров.
3. Каким образом пары попадает во всасывающий клапан?
4. Из какого материала изготавливают шатуны, поршни, поршневые кольца компрессора?
5. Под действием каких сил в компрессоре происходит открытие и закрытие всасывающих и нагнетательных клапанов?
6. Из чего состоит система смазки компрессора?
7. Марки компрессоров, применяемых в торговом холодильном оборудовании.

Тема 16. Теплообменные аппараты холодильных установок.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о типах теплообменных аппаратов, применяемых в холодильных машинах.

Знать: учебный материал по теплообменным аппаратам холодильных машин.

Уметь: расчитывать и обосновывать выбор теплообменных аппаратов.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Испаритель - это теплообменный аппарат, в котором кипящая при низкой температуре жидкость охлаждает воздух или жидкий хладоноситель (вода, рассол и пр.) Конструкция испарителя зависит от охлаждающей среды, свойств хладагента, необходимой холодопроизводительности, также от температурных условий.

Испарители для охлаждения воздуха. Эти испарители называют испарителями непосредственного охлаждения или испарительными батареями. Их подразделяют на испарители с естественной конвекцией воздуха и с принудительным движением воздуха (с вентилятором) - воздухоохладители. В малых фреоновых машинах широко применяют испарители марки ИРСН (испарители ребристотрубные сухие настенные) или ИРСП (испарители ребристые сухие потолочные) змеевикового типа.

Конденсаторы - это теплообменный аппарат, в котором горячий пар, поступающий из компрессора, охлаждается и конденсируется за счет отвода тепла воздухом или водой. Тип конденсатора выбирают в зависимости от назначения установки, условий водоснабжения и качества воды с учетом климатологических данных.

Вопросы

1.Чем отличаются по принципу теплоотвода конденсатор проточного типа от испарительного и воздушного?

2. Каковы конструктивные отличия горизонтальных кожухотрубных конденсаторов аммиачных и фреоновых?

3. Назначение конденсатора в холодильной машине.

4. Каковы особенности конструкции панельных и кожухотрубных испарителей?

5. Назначение испарителя в холодильной машине.

6. По каким показателям подбирают испарители, конденсаторы?

Тема 17. Вспопомогательное оборудование холодильных установок.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о назначении вспомогательного оборудования в схеме холодильной установки.

Знать: устройство и место установки вспомогательного оборудования в схеме холодильной установки.

Уметь: обосновывать выбор вспомогательного оборудования.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Вспомогательные аппараты. К вспомогательным аппаратам относят маслоотделители, маслособиратели, отделители жидкости, промежуточные сосуды, воздухоотделители, фильтры-грязеуловители, ресиверы, осушители, теплообменники и др. Типоразмеры различных вспомогательных аппаратов приводятся в справочной литературе и каталогах.Ресиверы служат емкостью для жидкого хладагента. В зависимости от выполняемых функций различают линейные, дренажные, циркуляционные и защитные ресиверы.

Линейные ресиверы служат для сбора жидкости после конденсатора и обеспечения требуемого потока жидкости к регулирующему вентилю. Они являются аппаратами высокого давления горизонтального типа, могут размещаться в помещении цеха или вне его. Дренажные ресиверы используют для слива в них жидкого хладагента из испарительной системы при оттаивании камерных приборов или при ремонтных работах. Аппараты покрываются слоем теплоизоляции и устанавливаются в помещении. Циркуляционные ресиверы являются частью насосно-циркуляционных схем. Они предназначены для сбора жидкого хладагента и относятся к аппаратам низкого давления. Циркуляционные ресиверы покрываются слоем теплоизоляции и размещаются в машинном отделении так, чтобы обеспечить самотечный слив жидкости в них из испарительной системы с одной стороны и необходимый подпор перед насосом с другой. Маслоотделители. Они улавливают масло, уносимое из компрессора парами хладагента, не допуская попадания его в больших количествах в теплообменные аппараты — конденсаторы и испарители. Устанавливают маслоотделители на нагнетательном трубопроводе между компрессором и конденсатором.

Вопросы

1. Назначение линейного ресивера.
2. Каково назначение циркуляционного ресивера?
3. Назначение дренажного ресивера.
4. Назначение защитного ресивера.
5. Назначение маслоотделителя.
6. Назначение отделителя жидкости в схеме холодильной установки.

Тема 18. Холодильники. Коммерческий холод.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о типах холодильников, их назначении.

Знать: учебный материал в области коммерческого холода: торговли и общественного питания.

Уметь: объяснить планировку и размещение соновного и вспомогательного оборудования на холодильнике. Выполнить расчет вместимости холодильной камеры.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Все звенья холодильной цепи важны для сохранения скоропортящихся пищевых продуктов, но основными являются холодильники. Холодильником называется специальное производственное сооружение, предназначенное для холодильной обработки и хранения пищевых продуктов. По функциональному признаку различают производственные, заготовительные, базисные, распределительные, портовые и смешанные холодильники. Производственные холодильники входят в состав пищевых комбинатов (рыбокомбинат, мясокомбинат), являясь их цехом. На заготовительных холодильниках, находящихся в районах заготовки пищевых продуктов, осуществляется первичная холодильная обработка сырья и продуктов, в результате которой последним придаются свойства, необходимые для хранения. Однако длительное хранение продукции не является функцией заготовительных холодильников. На базисных создаются необходимые запасы, и производится хранение пищевых продуктов. Продукция поступает в них с первых двух холодильников и по мере образования запаса отправляется в районы потребления. Распределительные холодильники предназначены для длительного хранения пищевых продуктов, их сооружают в городах и крупных населенных пунктах. Это обычно холодильные камеры большой единовременной емкости, обеспечивающие равномерное в течение всего года снабжение населения пищевыми продуктами необходимого ассортимента. На распределительные холодильники продукты поступают с камер первых трех типов и поэтому обработка их (охлаждение, замораживание), как правило, не входит в их функции. Портовые камеры предназначены для кратковременного хранения продуктов при перегрузке их с одного вида транспорта на другой, а также при экспорте и импорте скоропортящихся продуктов.

Вопросы

1.Виды промышленных холодильников.
2. Преимущества и недостатки одноэтажных холодильников.
3. Преимущества и недостатки многоэтажнх холодильников.
Какие свойствами должны обладать теплоизоляционные материалы?
4. Каким основным требованиям должны удовлетворять строительно-изоляционные конструкции холодильников?
5. От каких величин зависит толщина теплоизоляционного материала ограждения холодильника?

Тема 19. Способы охлаждения камер холодильников.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов способов охлаждения камер холодильников.

Знать: учебный материал в области пособов охлаждения холодильных камер.
Уметь: обосновывать выбор способов охлаждения пищевой продукции.
Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Применяют следующие способы охлаждения камер холодильников: непосредственное -непосредственно холодильным агентом, кипящим в испарительной системе холодильной камеры; косвенное- при помощи промежуточного хладоносителя; смешанные. В зависимости от интенсивности циркуляции воздуха в камерах и устройства камерных приборов охлаждения различают: батарейное охлаждение с естественной циркуляцией воздуха в камерах (тихое охлаждение); воздушное охлаждение с принудительной циркуляцией воздуха в камерах; смешанное охлаждение.

При батарейном (тихом) охлаждении в камерах размещают охлаждающие приборы - трубчатые батареи, по которым протекает холодильный агент, рассол или жидкий лёд. Камерные приборы охлаждения соответственно называются' батареями непосредственного охлаждения или рассольными батареями. При воздушном охлаждении обеспечивается непрерывная принудительная циркуляция воздуха, который охлаждается в отдельных закрытых аппаратах - воздухоохладителях. Воздухоохладитель может быть расположен как внутри, так и вне камеры. По трубам воздухоохладителя так же, как и по трубам камерных батарей, может протекать как кипящий холодильный агент, так и рассол. Следовательно, батарейное и воздушное охлаждение может быть непосредственным и рассольным. При смешанном охлаждении предусматривают совместное применение батарейного и воздушного охлаждения.

Вопросы

1. Непосредственное охлаждение, достоинства и недостатки.
2. Охлаждение с промежуточным хладоносителем, достонисства и недостатки.
3. Какие хладоносители применяют в холодильной технике и по каким свойствам их выбирают?
   4.Каковы преимущества закрытых рассольных схем по сравнению с открытыми? 5.Поясните устройство, принцип работы компаундной схемы холодильной установки. 6.Поясните устройство закрытой и открытой рассольных систем охлаждения.

Тема 20. Рабочие схемы компрессорной установки и холодильной установки предприятий общественного питания в целом.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов навыков по выбору рабочей схемы холодильной установки для предприятий торговли и общественного питания.
Знать: схемы холодильных установок предприятий торговли и общественного питания.
Уметь: читать принципиальные схемы холодильных установок, обосновать выбор рабочей схемы.
Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Схема холодильной установки должна удовлетворять следующим требованиям: автоматическое поддержание температурного и влажностного режима в камерах, равномерная подача хладагента и хладоносителя в приборы охлаждения, простота в обслуживание и безопасность в работе, надежная защита компрессоров от гидравлического удара, отвечать правилам безопасности эксплуатации, обеспечивать бесперебойную работу установки при ремонте или остановке части оборудования.
Вопросы

1. Каким требованиям должна удовлетворять схема холодильной установки?

2. Каковы преимущества насосных схем с принудительной подачей аммиака в приборы охлаждения по сравнению с безопасными?

3. Расскажите о насосно-циркуляционных системах охлаждения, их общих чертах, различиях, достоинствах и недостатках. Что такое кратность циркуляции хладагента?

4. Какие системы охлаждения применяют в крупных супермаркетах?

5. Какие системы охлаждения применяют в столовых, кафе?

Тема 21: Тепловой расчет холодильника. Подбор приборов охлаждения камер.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний проведения теплового расчет холодильных камер.
Знать: виды теплопритоков в охладаемое помещение, приборы охлаждения.
Уметь: проводить расчет и выбор приборов охлаждения камер.
Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Заданный температурный режим обработки и хранения продуктов обеспечивается правильно выбранным оборудованием машинного отделения и камер. Холодопроизводительность оборудования определяют тепловым расчетом, который проводят для каждого охлаждаемого помещения отдельно.

Холодопроизводительность оборудования определяют тепловым расчетом, который проводится для каждой камеры отдельно. Теплоприток в каждую камеру $Q_{об}$ (Вт) определяется как сумма отдельных теплопритоков

через ограждения, теплоприток от грузов, Вт; Q_3 - теплоприток при вентиляции; Q_4 - эксплуатационные теплопритоки, Вт и служит основанием для расчета и подбора камерного оборудования (батарей или воздухоохладителей).

Теплопритоки через ограждения определяют через каждое ограждение отдельно. Теплоприток от солнечной радиации определяется как сумма тепловых потоков, поступающих через поверхность одной из стен, наиболее невыгодно ориентированная относительно солнечного излучения, и через поверхность кровли. Теплоприток от продуктов при их холодильной обработке определяется как сумма теплопритока от груза и тары.

Теплопритоки при вентиляции камер учитывают для камер хранения плодоовощной продукции. Вентилируют камеры хранения охлажденных грузов, в которых имеются специфические запахи. Вентилируют также производственные помещения, в соответствии обеспечения санитарных условий для людей, работающих в охлаждаемых камерах, необходимо подавать свежий воздух в соответствии с санитарными нормами 20 $м^3$/час на одного работающего.

Расчет и подбор приборов охлаждения камер.

Заданный температурный и влажностный режимы в холодильных камерах поддерживаются совокупной работой холодильной машины и приборов охлаждения. Рекомендуется принимать для хранения мороженных грузов в качестве охлаждающих приборов оребренные или панельные батареи. Для камер замораживания – воздухоохладители подвесные, для камер хранения охлаждаемых грузов - воздухоохладители.

Вопросы.

1. Какова цель теплового расчета холодильника?
2. От чего зависит теплоприток через наружные ограждения?
3. Как определить суточное поступление груза в камеры термической обработки и хранения?

Тема 22. Технологическое холодильное оборудование: морозильные камеры и шкафы с естественной циркуляцией воздуха; туннели, шкафы и камеры с принудительным (интенсивным) движением воздушных масс; конвейерные и спиральные морозильные аппараты; флюидизационные, плиточные, погружные и криогенные морозильные аппараты; фризеры.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний об устройстве и назначении технологического холодильного оборудования.

Знать: область применения технологического холодильного оборудования на предприятиях общественного питания.

Уметь: выполнять обоснованный выбор технологического холодильного оборудования.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Наибольшее распространение получило технологическое холодильное оборудование с воздушным охлаждением, продукты питания в котором располагаются во внутреннем объеме таким образом, чтобы они свободно обдувались циркулирующими воздушными массами. К данному виду оборудования относятся камеры и туннели различных объемов, размещать в которых можно упакованные продукты любых видов. Морозильные камеры с естественной циркуляцией воздуха представляют собой теплоизолированное охлаждаемое помещение, оснащенное испарителями (без вентиляторов). Эти аппараты отличает простота эксплуатации, универсальность и небольшое потребление электроэнергии. Туннели и морозильные камеры с интенсивным охлаждением подходят для заморозки продуктов средних и крупных размеров, размещаемых в подвешенном состоянии или на полках тележек. В состав технологического холодильного оборудования входят вентиляторы (воздухоохладители), обеспечивающие равномерное охлаждение. В туннельных аппаратах чаще всего предусматривается конвейерная система, которая обеспечивает автоматическую загрузку/разгрузку и перемещение продуктов по туннелю. Аппараты подходят для холодильной обработки продуктов небольшой толщины и применяются в основном для замораживания. Они различаются средой и устройством транспортирования продуктов питания в процессе обработки (воздушный поток, механический и т.д.). Среди холодильного оборудования можно выделить аппараты с возможностью поддержания нескольких параметров воздуха – влажность, температура, скорость движения и др. В конвейерных и спиральных аппаратах продукты перемещаются при помощи цепного, ленточного, лоткового и т.д. механизмов. Флюидизационные аппараты в основном применяются для замораживания мелкоштучных продуктов нежной консистенции – ягод, кусочков фруктов или овощей, мелких креветок.

Вопросы

4. Назначение гранитора, бонеты.
5. Принцип действия флюидизационнго аппарата.
6. Назначение туннелей.
7. Плиточные морозильные аппараты, назначение.

Тема 23. Классификация холодильного оборудования по назначению, температурному режиму.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о холодильном оборудовании торговых залов.

Знать: классификацию холодильного оборудования по назначению, температурному режиму.

Уметь: выполнять выбор холодильного оборудования для торговых предприятий и общественного питания.

Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Классифицировать холодильное оборудование можно по различным признакам. Один из основных параметров для классификации – это температурный режим, поддерживаемый оборудованием. По температурному режиму В зависимости от температурного режима холодильные агрегаты можно разделить на среднетемпературные, низкотемпературные и камеры шоковой заморозки. Можно также выделить универсальные агрегаты, которые могут функционировать как среднетемпературные или низкотемпературные. Среднетемпературное оборудование (от 0 до +5°+7°С) предназначено для недолговременного хранения охлажденных продуктов. Низкотемпературное оборудование (от -1 до -18°С) предназначено для хранения замороженных продуктов. Камеры шоковой заморозки (от -18 до -30°С) предназначены для замораживания и длительного хранения продуктов. По функциональному назначению По функциональному назначению холодильное оборудование можно разделить на холодильные и морозильные камеры, оборудование для экспонирования готовых блюд и аппараты для производственных цехов — холодильные шкафы, охлаждаемые столы и камеры шокового охлаждения и заморозки. Холодильные и морозильные камеры идеальны для складов. В кухонном цехе обычно устанавливаются обычно холодильные среднетемпературные и низкотемпературные шкафы и морозильные лари, а также столы с охлаждаемыми шкафами. Для демонстрации реализуемых продуктов в торговых залах ставят среднетемпературные шкафы со стеклянными дверцами, кондитерские шкафы, а также климатические шкафы для вин. В кофейнях и кондитерских в барные стойки встраиваются кондитерские холодильные витрины. Для хранения и экспонирования продукции в магазинах используются холодильные витрины и бонеты. Отдельно можно выделить оборудование узкой направленности: сокоохладители, льдогенераторы. Изотермический холодильный транспорт. Основные типы изотермического холодильного транспорта. Область применения изотермического холодильного транспорта. Рефрижераторный холодильный транспорт. Технологические требования к транспортировке охлажденной и замороженной продукции. Основные типы рефрижераторного холодильного транспорта. Системы охлаждения воздуха в рефрижераторах и области их применения.

Вопросы

1. Классификация холодильного оборудования.
3. Холодильное оборудование технологических линий цехов предприятий общественного питания.
4. Температурные режимы охлаждения пищевых продуктов.
5. Холодильное оборудование супермаркетов.
6. Модульные холодильные камеры.

Тема 14. Шкафы холодильные, камеры холодильный, прилавки охлаждаемые, витрины, стойки -витрины, прилавки-витрины, льдогенераторы; бонеты, граниторы: общая характеристика, типы, назначение, особенности устройства основных узлов, правила эксплуатации и техника безопасности.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний общей характеристики, типах, назначении, устройства основных узлов, правилах эксплуатации и техники безопасности холодильного оборудования.
Знать: учебный материал в области холодильной техники.
Уметь: поддерживать оптимальный температурный режим работы технологического оборудования и регулирования параметров процессов.
Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

По методам продажи: для рабочего места продавца; для продажи методом самообслуживания; для эксклюзивной продажи. По температурному режиму хранения: для охлажденных скоропортящихся продуктов, среднетемпературный режим (от 0°С до 5°С); для охлажденных напитков, режим охлаждения (от 15°С до 17°С); для кратковременного хранения замороженных продуктов, низкотемпературный режим (от —1°С до -18°С); для длительного хранения замороженных продуктов, режим глубокого замораживания (от -18°С до -30°С).

По назначению: для хранения скоропортящихся товаров: холодильные камеры; холодильные среднетемпературные и низкотемпературные шкафы с металлическими дверцами; закрытые прилавки; для демонстрации и продажи товаров покупателям: прилавки; витрины; прилавки-витрины; низкотемпературные прилавки с раздвижной прозрачной крышкой; низкотемпературные лари с алюминиевой крышкой; среднетемпературные шкафы со стеклянными дверцами; только для демонстрации образцов товаров в оконных проемах, витринах, торговых залах магазинов, на выставках: демонстрационные витрины; шкафы-витрины; для быстрого замораживания воды: льдогенераторы. По способу размещения: пристенное; островное (двустороннее); отдельно стоящее.

Вопросы
1. Назовите холодильное оборудование торговли и общественного питания.
2. Устройство и принцип работы холодильного оборудования кафе, баров и предприятий «фаст-фуд».
3. Основные узлы прилавка.
4. Типы льдогененраторов.

Тема 25. Приборы и средства автоматики.

Цель данной темы заключается в формировании у студентов знаний о приборах и средствах автоматики холодильного оборудования.
Знать: принципы и средства для поддержания температурно-влажностного режима в холодильных объектах.
Уметь: объяснить принцип срабатывания и устройство основных приборов и средств автоматики.
Владеть: способами анализа научно-теоретической литературы по вопросам изучения данной темы.

Автоматизация холодильной установки заключается в автоматическом регулировании температуры охлаждаемого объекта, регулировании заполнения испарителя жидким хладагентом, регулировании давления конденсации, автоматической защите компрессоров от недопустимых режимов работы.

а) Регулирование температуры охлаждаемого объекта. Для поддержания заданной температуры холодильная машина должна отнимать всю теплоту, поступающую в охлаждаемый объект в единицу времени. В связи с большим колебанием тепловой нагрузки подбор холодильной машины производят, исходя из наибольшей тепловой нагрузки. При снижении тепловой нагрузки необходимо соответственно уменьшить производительность компрессора и охлаждающих приборов путем остановки компрессора или выключения приборов охлаждения.

Регулирование температуры в холодильных установках с одним объектом обычно производится по способу двухпозиционного регулирования- периодических пусков и остановок компрессоров. Для этого используют двухпозиционные приборы- реле, реагирующие на изменение температуры в камере РТ, или на изменение температуры в испарителе РТИ, или на изменение давления в испарителе РДН.

В холодильных камерах с несколькими объектами охлаждения применяют реле температуры РТ в комплекте с соленоидными вентилями. При повышении температуры в одной из камер СВ по команде РТ, установленного в камере, открывается и охлаждающая среда поступает в приборы охлаждения. При достижении заданной температуры в камере СВ закрывается и охлаждение прекращается. Сигнал от РТ передается СВ посредством промежуточного реле РП.

Вопросы

1.Какие приборы автоматики применяют в схеме холодильной установки?

2. Какими способами обеспечивается температурно-влажностный режим в камерах?

3.Какие параметры подлежат регулированию в холодильной машине?

4. Чем отличается принцип регулирования температуры посредством приборов прямого и косвенного регулирования?

5. Какие способы регулирования холодопроизводительности холодильной машины используют в торговом холодильном оборудовании?

4.2. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов

Вопросы для контроля за самостоятельной работой

1. Объясните что такое искусственный холод?
2. Какие Вам известны способы получения низких температур.
3. Перечислите вещества, используемые в качестве рабочего тела (хладагента) и хладоносителя, их химические, физические, физиологические свойства и эксплуатационные показатели.
4. Поясните, что такое холодильная машина. Назовите основные элементы холодильной машины и укажите их назначение.
5. Перечислите типы компрессоров. Расшифруйте их марки.
6. Поясните устройство и принцип работы поршневого компрессора.
7. Поясните принцип действия и устройство винтового компрессора.
8. Объясните устройство ротационных компрессоров.
9. Перечислите типы конденсаторов, их назначение.
10. Назовите типы испарителей, объясните их назначение.
11. Перечислите типы ресиверов, их назначение.
12. Поясните принцип действия воздухоохладителей.
13. Перечислите основные типы маслоотделителей, их устройство и укажите места их установки.
14. Поясните назначение воздухоотделителя и укажите его место в схеме холодильной установки.
15. Расскажите о назначении отделителя жидкости и его месте в схеме холодильной установки.
16. Поясните назначение маслосборника, опишите аппараты и приборы, с которыми он соединен.
17. Перечислите какая арматура устанавливается на теплообменных аппаратах, компрессорах, насосах.
18. Объясните назначение промежуточного сосуда. Какие Вы знаете конструкции промежуточных сосудов.
19. Объясните, что такое холодильная установка. Назовите основные элементы холодильной установки и укажите их назначение.
20. Перечислите типы тепло- и пароизоляционных материалов, используемых на холодильных предприятиях.
21. Объясните для чего предусматривается обогрев полов охлаждаемого контура. Какие Вам известны типы обогрева пола низкотемпературных помещений.
22. Поясните достоинства и недостатки системы непосредственного охлаждения по сравнению с системой охлаждения хладоносителем. В каких случаях используется охлаждение только хладоносителем.
23. Расскажите о назначении и принципе действия охладителей циркуляционной воды.
24. Каковы основные требования, предъявляемые к машинному и аппаратному отделениям холодильника при их проектировании.
25. Поясните назначение обратного клапана и его место в схеме холодильной установки.
26. Поясните что такое оптимальный режим работы холодильной установки.
27. Перечислите причины, вызывающие пониженную температуру кипения хладагента.
28. Перечислите причины, вызывающие повышение температуры кипения хладагента.
29. Каким образом происходит гидравлический удар. Каковы причины влажного хода компрессора.
30. Каким образом осуществляется смазка компрессора холодильной машины.
31. Объясните как осуществляется добавление аммиака в систему холодильной

установки.
32. Каким образом определяется наличие воздуха в системе холодильной установки.
33. Каким образом определяется место утечки аммиака.
34. Каким образом осуществляется выпуск масла из системы.
35. В чем заключается первая помощь пострадавшим при отравлении аммиаком, ожоге.
36. Объясните, в чем заключается особенность кондиционирования воздуха в молочной промышленности.
37. Поясните принципиальную схему кондиционера.
38. Дайте классификацию систем охлаждения, охарактеризуйте каждую из них.
39. Определите теоретическую мощность компрессора.
40. Составьте тепловой баланс дополнительного теплообменника.
41. Изложите методику определения теплового расчета холодильника.
42. Изложите методику расчета требуемой толщины изоляции.
43. Дайте характеристику хладоносителей и требования к ним.
44. Изложите методику расчета теплопритоков и влагопритоков кондиционируемого помещения.
45. Назовите виды, конструкции, характеристики бытовых холодильников.
46. Изложите методику определения количества воздуха, подаваемого в кондиционируемое помещение.
47. Перечислите вспомогательное оборудование холодильных установок, объясните их назначение.
48. Как определить удельную работу сжатия в компрессоре одноступенчатой холодильной машины?
49. Как определить тепловую нагрузку на конденсатор?
50. Объясните причины перехода к двухступенчатому сжатию.
51. Назовите и охарактеризуйте способы заготовки льда.
52. Назначение дренажных, циркуляционных и линейных ресиверов. Основные формулы для их расчета.
53. Поясните устройство, принцип работы компаундной схемы холодильной установки.
54. Поясните устройство закрытой и открытой рассольных систем охлаждения, зарисуйте схемы этих установок.
55. Изложите методику расчета вместимости холодильной камеры.
56. Изложите методику теплового расчета конденсатора.
57. Изложите методику определения требуемой площади теплопередающей поверхности испарителя.
58. Изложите методику расчета воздухоохладителей.
59. Зарисуйте схему одноступенчатой холодильной машины и ее цикл в диаграмме lg P-i, поясните ее.
60. Как определить промежуточное давление двухступенчатой холодильной установки?
61. При каком условии осуществляется переход к двухступенчатому сжатию?
62. Как определить холодопроизводительность компрессора?
63. Покажите в h,d - диаграмме процесс обработки воздуха без рециркуляции в летнее и зимнее время и поясните его.
64. Изложите методику подбора насоса для воды и рассола.
65. Изложите методику подбора аммиачного насоса.
66. Изложите методику определения нагрузки на компрессор.
67. Изложите методику определения нагрузки на камерное оборудование.
68. Влияние масла на работу холодильной установки. Взаимная растворимость хладагентов и масел.

69. В чем состоит отличие аммиачной холодильной машины от фреоновой?

4.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции.

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.

2. Методические рекомендации студентам по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы над документами и первоисточниками.

Планы практические занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине. Прежде чем приступить к изучению темы, необходимо прокомментировать основные вопросы плана семинара. Такой подход преподавателя помогает студентам

быстро находить нужный материал к каждому из вопросов, не задерживаясь на второстепенном.

Начиная подготовку к семинарскому занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1 й – организационный; 2 й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает: уяснение задания на самостоятельную работу; подбор рекомендованной литературы; составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала,

выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора.

Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов. Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы.

Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах. План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов: план-конспект, текстуальный конспект, свободный конспект,\ тематический конспект. План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении. Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника. Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом. Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

Ввиду трудоемкости подготовки к семинару преподавателю следует предложить студентам алгоритм действий, рекомендовать еще раз внимательно прочитать записи лекций и уже готовый конспект по теме семинара, тщательно продумать свое устное выступление.

Методические рекомендации студентам по изучению рекомендованной литературы

Эти методические рекомендации раскрывают рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы (в том числе самостоятельной работы над рекомендованной литературой) с учетом специфики студентом.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для

самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.