СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| РЕФЕРАТ | 4 |
| ПЕРЕЧЕНЬ ЛИСТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ | 5 |
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ | 7 |
| 1.1. Низкотемпературные холодильные установки испытательных камер | 7 |
| 1.2. Назначение и конструкция термокамеры | 7 |
| 1.3. Физические основы получения низких температур | 9 |
| 2. ОБОСНОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ AППAPАТУРНО- |  |
| ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ | 11 |
| 2.1. Обоснование схемы | 11 |
| 2.2. Описание схемы | 15 |
| 3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ХЛАДАГЕНТАМ | 20 |
| 3.1. Термодинамические требования | 20 |
| 3.2. Физико-химические требования | 21 |
| 3.3. Физиологические требования | 21 |
| 3.4. Экономические требования | 22 |
| 4. СВОЙСТВА РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН | 23 |
| 4.1. Обозначение и классификация рабочих веществ | 23 |
| 4.2. Термодинамические свойства | 24 |
| 4.3. Теплофизические свойства | 24 |
| 4.4. Химические и физико-химические свойства | 25 |
| 5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБРАННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ |  |
| ТЕРМОКАМЕРЫ | 28 |
| 5.1. Хладагент R22 | 28 |
| 5.2. Хладагент R23 | 29 |
| 6. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ | 31 |
| 6.1. Расчет теплопритоков | 31 |
| 6.2. Расчет испарителя | 33 |
| 6.3. Подбор компрессоров | 41 |
| 6.4. Коммуникации | 45 |
| 7. АВТОМАТИЗАЦИЯ КАМЕРЫ | 46 |
| 7.1. Автоматический контроль | 46 |
| 7.2. Автоматическая сигнализация | 47 |
| 7.3. Автоматическая защита | 47 |
| 7.4. Автоматическое регулирование | 48 |
| 7.5. Приборы и средства автоматического регулирования | 54 |
| 7.6. Автоматическое управление | 65 |
| 8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА | 67 |
| 8.1. Введение к разделу | 67 |
| 8.2. Стоимость изготовления термокамеры | 68 |
| 8.3. Организация планово-предупредительного ремонта | 69 |
| 8.4. Основные технико-экономические показатели | 80 |
| 8.5. Выводы к разделу | 87 |
| 9. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ | 88 |
| 9.1. Постановка проблемы | 88 |
| 9.2. Анализ существующего положения | 89 |
| 9.3. Мероприятия по энергосбережению | 89 |
| 9.4. Оценка эффективности мер по энергосбережению | 91 |
| 9.5. Выводы к разделу | 92 |
| 10. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА | 93 |
| 10.1. Введение к разделу | 93 |
| 10.2 Безопасность проекта | 94 |
| 10.3. Экологичность проекта | 103 |
| 10.4. Чрезвычайные ситуации | 105 |
| 10.5. Выводы к разделу | 108 |
| ЗAКЛЮЧЕНИЕ | 110 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 111 |

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекта: “Камера “тепло-холод””.

Цель дипломного проекта - проектирование испытательной термокамеры

с объемом камеры 0,195 м³ с диапазоном температур от -60°С до 80°С.

В проекте рассмотрена каскадная гидравлическая схема установки, кото­рая включает в себя компрессоры, конденсатор, атмосферный охладитель, ре­генеративные теплообменники, термоэлектрические нагреватели, испаритель­конденсатор, дроссели, испаритель и средства автоматизации.

В проекте выполнены: расчет цикла холодильной установки, выбор ос­новного стандартного и нестандартного оборудования, представлена оценка энергоэффективности установки, проведен расчет экономической эффектив­ности проекта, рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта.

Окупаемость термокамеры составляет 0,3 года.

Термокамера применяется:

- в научно-исследовательских лабораториях;

- на предприятиях и в медицинских учреждениях для испытания свойств материалов, деталей, узлов, изделий и для технологических целей

Пояснительная записка содержит: 112 с., 17 табл., 18 рис., 28 библиогра­фических ссылок.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИСТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование документа | Обозначение  документа | Формат |
| 1 | Термокамера. Гидравлическая схема | 260601 701000 2771 Т3 | А1 |
| 2 | Термокамера. Чертеж общего вида | 260601 701000 2771 ВО | 2Аl |
| 3 | Машинное отделение. Сборочный  чертеж | 260601 701300 2771 СБ | 2Аl |
| 4 | Компрессор. Чертеж общего вида | 260601 064460 2771 ВО | 2А1 |
| 5 | Испаритель. Сборочный чертеж | 260601 065500 2771 СБ | А2 |
| 6 | Палец | 260601 064460.09 2771 | А4 |
| 7 | Подпятник | 260601 064460.13 2771 | А4 |
| 8 | Клапан всасывающий | 260601 064460.16 2771 | А3 |
| 9 | Пластина | 260601 065502 2771 | А4 |
| 10 | Калач | 260601 065503 2771 | А4 |

ВВЕДЕНИЕ

Термокамеры находят все более широкое применение во многих отраслях промышленности, а развитие некоторых отраслей нельзя представить без ис­пользования установок «тепло-холод». Основное применение термокаме­ры - это испытание объектов, изделий промышленности на воздействие от­рицательных и положительных температур воздуха в определенных диапазонах, с за­данной скоростью их изменения и определенной точностью поддержания.

Для повышения конкурентоспособности отечественной холодильной тех­ники, необходимо уделить особое внимание усовершенствованию сущест­вующих комплектаций холодильной машины для эффективного получения низких температур.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.1. Низкотемпературные холодильные установки испытательных камер [1, с. 389]

Испытательные камеры предназначены для создания внешних воздейст­вующих факторов: климатических (температура, влажность и давление возду­ха, солнечная радиация, атмосферные осадки и др.) и механических (вибра­ция, удар, ускорение и др.), а также для экспериментального определения ха­рактеристик объекта испытаний в результате воздействия на него указанных факторов. В состав этих камер входят и холодильное оборудование.

Испытательные камеры, универсальные по назначению, выпускают се­рийно, и технические требования к ним регламентируются стандартом. В за­висимости от вида создаваемых воздействующих факторов выделяют сле­ду-ющие типы камер:

- термокамеры (положительные и отрицательные температуры воздуха);

- термобарокамеры (положительные и отрицательные температуры, давления воздуха);

- термовлагокамеры (положительные и отрицательные температуры, влажность воздуха);

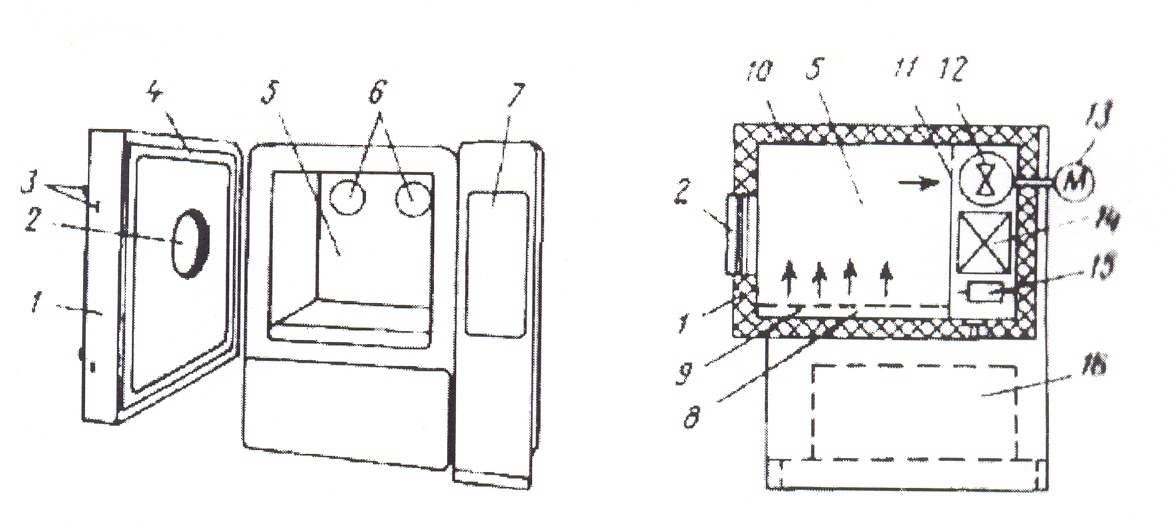
- термобаровиброкамеры (положительные и отрицательные температу­ры, давление воздуха, а также вибрация) и т. д.

1.2. Назначение и конструкция термокамеры [1, с. 391]

Термокамера предназначена для испытания объектов на воздействие от­рицательных и положительных температур в определенных диапазонах, с за­данной скоростью их изменения и определенной точностью поддержания. Термокамеры используют: для типового испытания изделий электронной, электротехнической, машиностроительной, строительной промышленности; холодильной обработки, которая является частью технологического процесса, например для низкотемпературной закалки высоколегированной стали с це­лью повысить срок службы измерительного и режущего инструмента; искус­ственного старения печатных плат, оптических линз и дюралюминиевых за­клепок, исследования свойств материалов; длительного хранения медикамен­тов и биологических объектов. Наибольшее распространение получили тер­мокамеры с такими диапазонами технических характеристик: полезный объем (вместимость) 0,015-2,0 м³; температура - 70 ... + 180 ºС; скорость охлаждения от 20 до -70 ºС 90-120 мин; скорость нагревания от 20 до 180 ºС 40-60 мин; точность поддержания температуры 0,2-2,0 К. Однако есть термокамеры с большей вместимостью (до 1000 м³), более низкой (до -150 ºС) и высокой (до 300 ºС) предельными температурами.

Термокамеры выполняют в виде прямоугольного блока, в котором ском­понованы собственно камера с теплоизоляцией, холодильное оборудование, пульт сигнализации и управления (рис. 1.1).

Термокамера



1 - дверь; 2 - смотровое окно; 3 - запорное устройство; 4 - уплотнение; 5 - полезный объем; 6 - вентилятор; 7 - пульт сигнализации и управления; 8 ­нагнетательный канал; 9, 11 - решетки; 10 - теплоизолированный корпус; 12 ­вентилятор; 13 - электродвигатель; 14 - испаритель; 15 - электронагреватель;

16 - холодильный агрегат.

Рис. 1.1.

Камера имеет теплоизолирован­ный корпус 10, выполненный из коррозионно-стойкой стали, дверь 1 на пет­лях с резиновым уплотнением 4 по периметру, запорным устройством 3 и смотровым окном 2 с многослойным остеклением. Корпус изолируется эффек­тивным температуростойким теплоизо-ляционным материалом (пенополиуретан, стекловата), толщину которого определяют исходя из рекомендуемой плотности теплового потока 16-20 Вт/м². Теплоизоляция может быть распо­ложена как внутри, так и снаружи несущего нагрузку корпуса камеры. Внут­реннее расположение теплоизоляции исключает ее увлажнение при работе и уменьшает ее тепловых мостиков в местах опоры корпуса. Но при этом уве­личиваются размеры камеры.

В охлаждаемом пространстве камеры находятся: конструкционно выде­ленное пространство с исследуемым объектом, называемое полезным объе­мом; охлаждающие батареи; крыльчатка вентилятора; воздуховоды и т.д. Зна­чение полезного объема является одной из основных технических характери­стик испытательной камеры. Испаритель исполняют, как правило, из ореб­ренных труб и оснащают вентиляторами, электродвигатели которых распола­гают вне охлаждаемого пространства. Система воздухораспределения вклю­чает каналы, решетки, жалюзи и обеспечивает подачу воздуха в объем с ис­следуемым объектом, как правило, снизу вверх. Электронагреватели (закры­тые трубчатые или открытые спиральные) размещают в воздуховоде. Холо­дильное оборудование располагают в нижней части блока, на общей опорной раме. Пульт управления обеспечивает: автоматическое регулирование режима работы камеры по заданному закону, автоматическое управление работой оборудо-вания, автоматический контроль текущих значений параметров, авто­матичес-кую сигнализацию о достижении заданных значений параметров, ав­томатичес-кую защиту от возникновения аварийных ситуаций.

1.3. Физические основы получения низких температур [2, с.158]

Физическая природа теплоты и холода одна и та же, разница состоит только в скорости движения молекул и атомов. Когда теплота отводится, движение молекул замедляется и тело охлаждается. Если же теплота подво­дится, то движение молекул ускоряется и тело нагревается, т.е. причиной на­грева и охлаждения является движение молекул, из которых состоит любое физическое тело. Охлаждение нагретого тела до температуры окружающей среды происходит самопроизвольным, естественным путем за счет отдачи те­-плоты в окружающую среду (воздух, вода) без применения холодильной тех­ники. Задача последней является охлаждение тела до температуры ниже тем­пературы окружающей среды, что можно осуществить с помощью холодиль­ных машин или источников безмашинного холода (например, льда). Процессы в элементах холодильной машины взаимосвязаны и на них оказывают влияние, как окружающая среда, так и охлаждаемые объекты. Для получения низ­ких температур используют физические процессы, которые сопровождаются поглощением теплоты. К числу таких основных процессов относятся: фазо­вый переход вещества, сопровождающийся поглощением теплоты извне ­плавление, кипение (испарение), сублимация; изоэнтропное дросселирование газа с начальной температурой, меньшей температуры точки инверсии (эф­фект Джоуля-Томсона); вихревой эффект (эффект Ранка-Хилъша); термоэлек­трический эффект (эффект Пельтье).

В данном дипломном проекте для получения низких температур приме­няется фазовый переход - процесс кипения [3, с. 9].

Агрегатное состояние вещества (твердое, жидкое, газообразное) зависит от внешних условий - температуры t и давления р. При определенном изме­нении этих условий форма связи между молекулами в теле меняется и оно пе­реходит в другое агрегатное состояние. Переход однородного тела из одного агрегатного состояния в другое называется фазовым превращением. Фазовые превращения однородных тел происходят при постоянной температуре, зави­сящей от условий перехода и физических свойств тела, и сопровождается вы­делением или поглощением скрытой теплоты, которая расходуется на измене­ние связи между молекулами.

Фазовые превращения не сопровождаются химическими изменениями и являются физическими процессами.

2. ОБОСНОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ

АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

2.1. Обоснование схемы [4, с. 95], [5, с. 92]

Расчет цикла термокамеры заключается в определении параметров рабо­чего тела в узловых точках и исходных данных для проектирования или под­бора оборудования.

Температуры кипения и конденсации являются основными внутренними параметрами, определяющими схему и режим работы парокомпрессионной холодильной машины.

Температуру конденсации фреона 22 находим, принимая среднюю раз­ность температур в пределах 10°С [6, с. 356]:

 , (2.1)

где tR22 - температура хладагента на выходе из конденсатора.

ºС

Температура охлаждаемого объекта определяется температурой кипения хладоносителя, подаваемого в технологический аппарат, tox= -60 °С. Прини­мая среднюю разность температур в фреоновых испарителях 10 °С, находим температуру кипения R22.

ºС

По диаграмме i -lg р (рис. 2.5.) находим давление паров фреона в испа­рителе и конденсаторе:

PR22, кип. = 0,2 МПа (при tR22, кип. = -70 ºС);

PR22, кон. = 13,5 МПа (при tR22, кон. = 35 ºС);

Степень повышения давления в компрессоре Ркон./Ркип. = 1,35/0,02=67,5. Рекомендуемое соотношение для одноступенчатых машин Ркон./Ркип.≤8[6, с. 356].

Поэто­му одноступенчатая машина для достижения -60 °С не подходит. Возможное решение это 2-х каскадная, либо 2-х ступенчатая холодильная машина.

Принципиальная схема и теоретический цикл двухступенчатой холодиль- ной машины с промежуточным сосудом показаны на рис. 2.1

Схема и теоретический цикл двухступенчатой холодильной машины со змеековым промежуточным сосудом

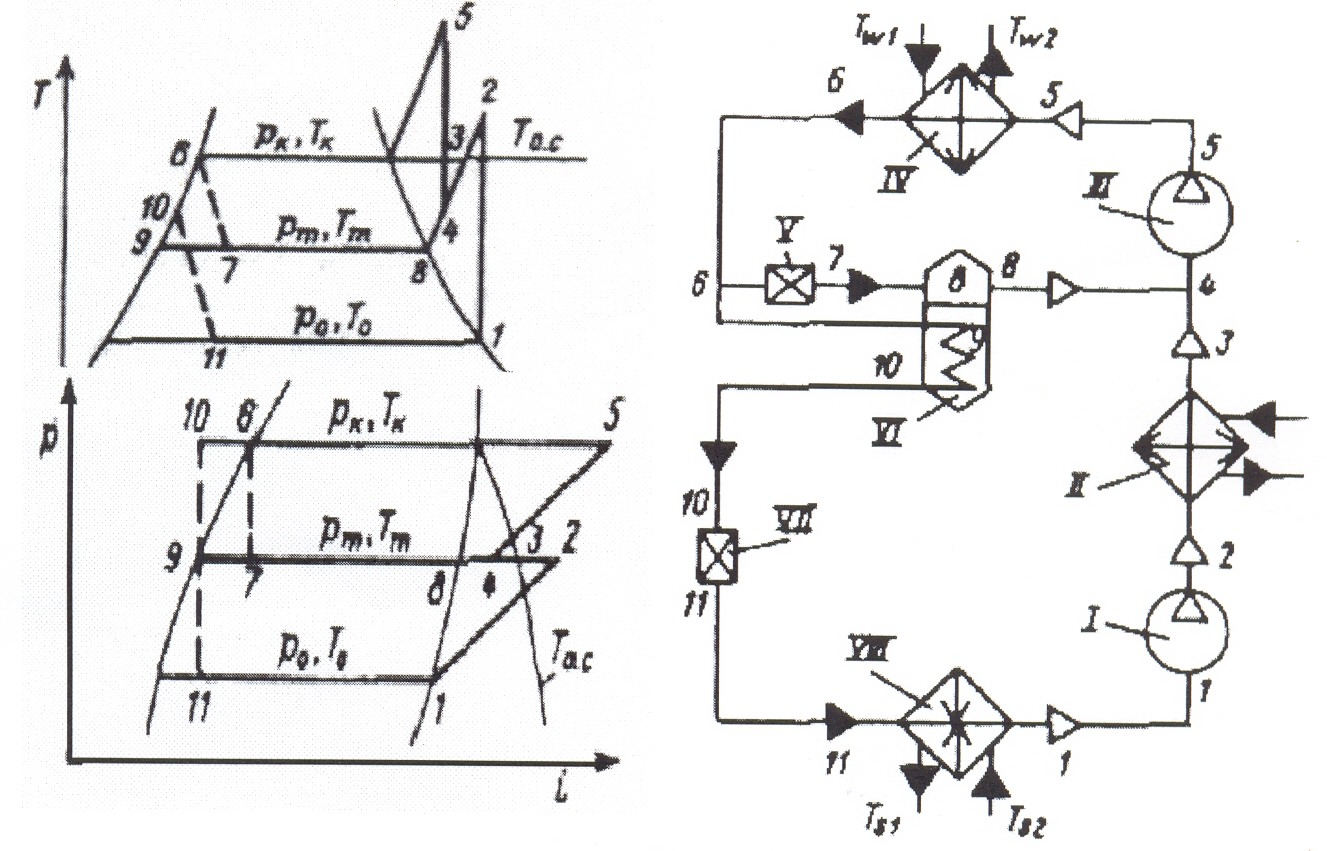


Рис.2.1.

Рабочие вещество в состоянии сухого насыщенного пара (точка 1) по­ступает в компрессор первой ступени 1, где сжимается (процесс 2-1) и на­правляется в промежуточный теплообменник II. В теплообменнике рабочее вещество охлаждается (процесс 2-3) за счет окружающей среды. После теп­лообменника происходит смешение рабочего вещества, идущего из первой ступени и из промежуточного сосуда VI. После смешения состояние рабоче­го вещества определяется точкой 4. Затем рабочее вещество поступает в ком­-прессор второй ступени III, где сжимается (процесс 4-5), потом - в конденсатор IV, где сначала охлаждается до состояния сухого насыщенного пара и конденсируется (процесс 5-6).

Большая часть рабочего вещества идет через змеевик промежуточного сосуда, а меньшая - дросселируется во вспомога­тельном дроссельном вентиле V (процесс 6-7). В промежуточном сосуде влажный пар, который получился после дросселирования, делится на состав­ляющие: сухой насыщенный пар (состояние 8), идущий во вторую ступень, и насыщенную жидкость (состояние 9), скапливающуюся в нижней части про­межуточного сосуда. Под воздействием теплоты, которая поступает от рабо­чего вещества, идущего по змеевику, жидкость кипит при давлении pт. Пар, образовавшийся при кипении, также отсасывается компрессором второй сту­пени. Рабочее вещество, которое идет по змеевику, охлаждается (процесс 6­-10), затем дросселируется в основном дроссельном вентиле VII (процесс 10­-11) и поступает в испаритель VIII, где кипит (процесс 11-1).

Каскадная холодильная машина состоит из двух одноступенчатых машин, называемых нижней и верхней ветвью каскада (рис. 2.2.).

Схема и цикл каскадной холодильной машины

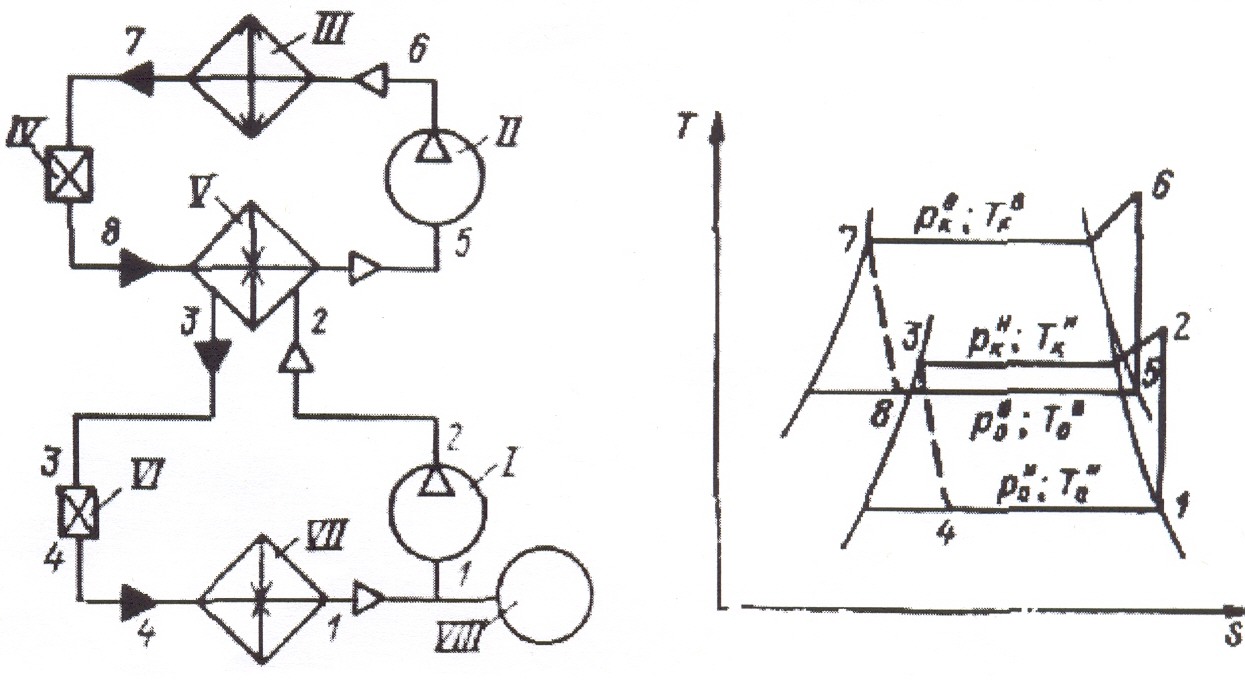


Рис.2.2

В нижней ветви каскада используется рабочее вещество высокого давления, которое, получая теплоту в испарителе VII от источника низкой температуры, кипит (процесс 4 -1), пар сжимается в компрессоре I (процесс 1 - 2), охлаждается и конденсируется в испарителе конденсаторе V (процесс 2 - 3), а затем дроссе­лируется в дроссельном вентиле VI (процесс 3 - 4). Теплота конденсации рабочего вещества нижней ветви каскада отбирается рабочим веществом холо­дильной машины верхней ветви каскада - как правило, это рабочее вещество среднего давления, которое кипит в испарителе-конден-саторе.

Пар рабочего вещества верхней ветви каскада сжимается компрессором II (процесс 5 - 6), затем ра­бочее вещество верхней ветви каскада направляется в конденсатор III(про­цесс 6 - 7), дросселируется в дроссельном вентиле IV (процесс 7 - 8) и посту­пает в испаритель-конденсатор. Таким образом, рабочее вещество в машине нижней ветви каскада совершает цикл 1 - 2 - З - 4, а в машине верхней ветви каскада - цикл 5 - 6 - 7 - 8, и эти машины объединяются испарителем ­конденсатором.

Рабочим веществом нижней ветви каскада является R2З, поэтому во время стоянки машины, когда температура всех ее частей сравняется с тем­пературой окружающей среды, значительно повышается давление во всех элементах машины (при 25°С давление насыщенных паров R2З составляет приблизительно 5 МПа). Для предотвращения от чрезмерного повышения давления в холодильной машине нижней ветви каскада к системе подключа­ют расширительный сосуд VIII, рассчитанный так, чтобы при остановке ма­шины давление во всех элементах машины не превышало расчетного пре­дельного значения, а при пуске рабочее вещество сначала отсасывается из него, а затем подключается испаритель.

В действительных циклах каскадные машины чаще всего, выгоднее двухступенчатых (иногда и трехступенчатых). Это объясняется следующими преимуществами работы с рабочими веществами высокого давления:

- теоретический объем компрессора каскадной машины меньше, чем двухступенчатой из-за меньших удельных объемов всасываемого пара;

- при больших значениях давления всасывания относительные потери мощности в клапанах значительно меньше;

- так как Vт компрессора нижней ветви каскада меньше, чем компрессора нижней ступени, то мощность трения компрессоров каскадной машины меньше, чем двухступенчатой;

- отношение давлений для одинаковых диапазонов температур у рабочих веществ каскадных машин меньше;

- отсутствие промежуточного сосуда.

Выбираем каскадную схему с двумя одноступенчатыми ветвями (рис. 2.3.).

Схема термокамеры

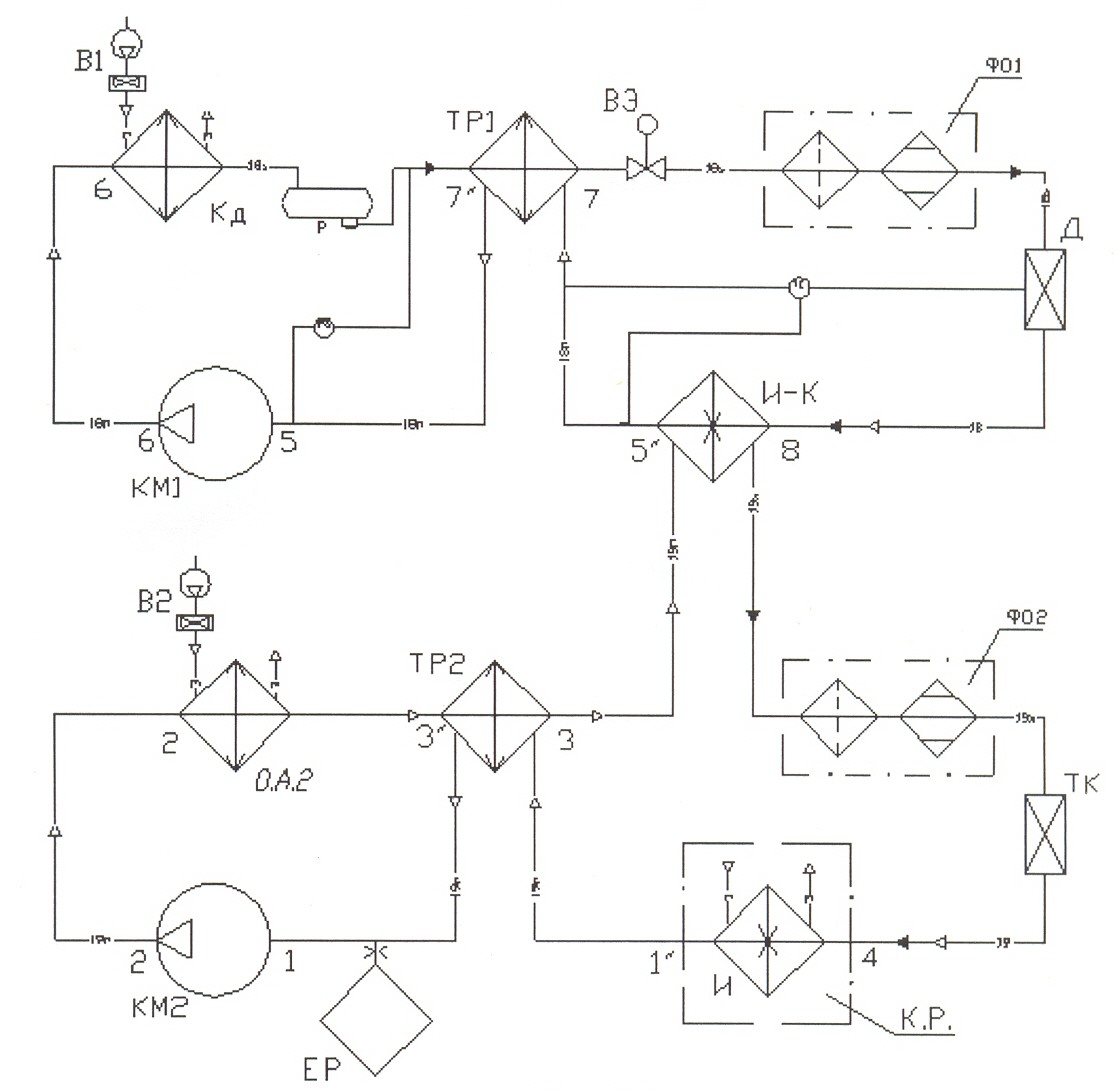


Рис.2.3.

2.2. Описание схемы и циклов

В нижней ветви каскада используется рабочее вещество высокого давле­ния - хладон 23; в верхней ветви - рабочее вещество среднего давления - ­хладон 22 (свойства хладонов описаны в разделе 5).

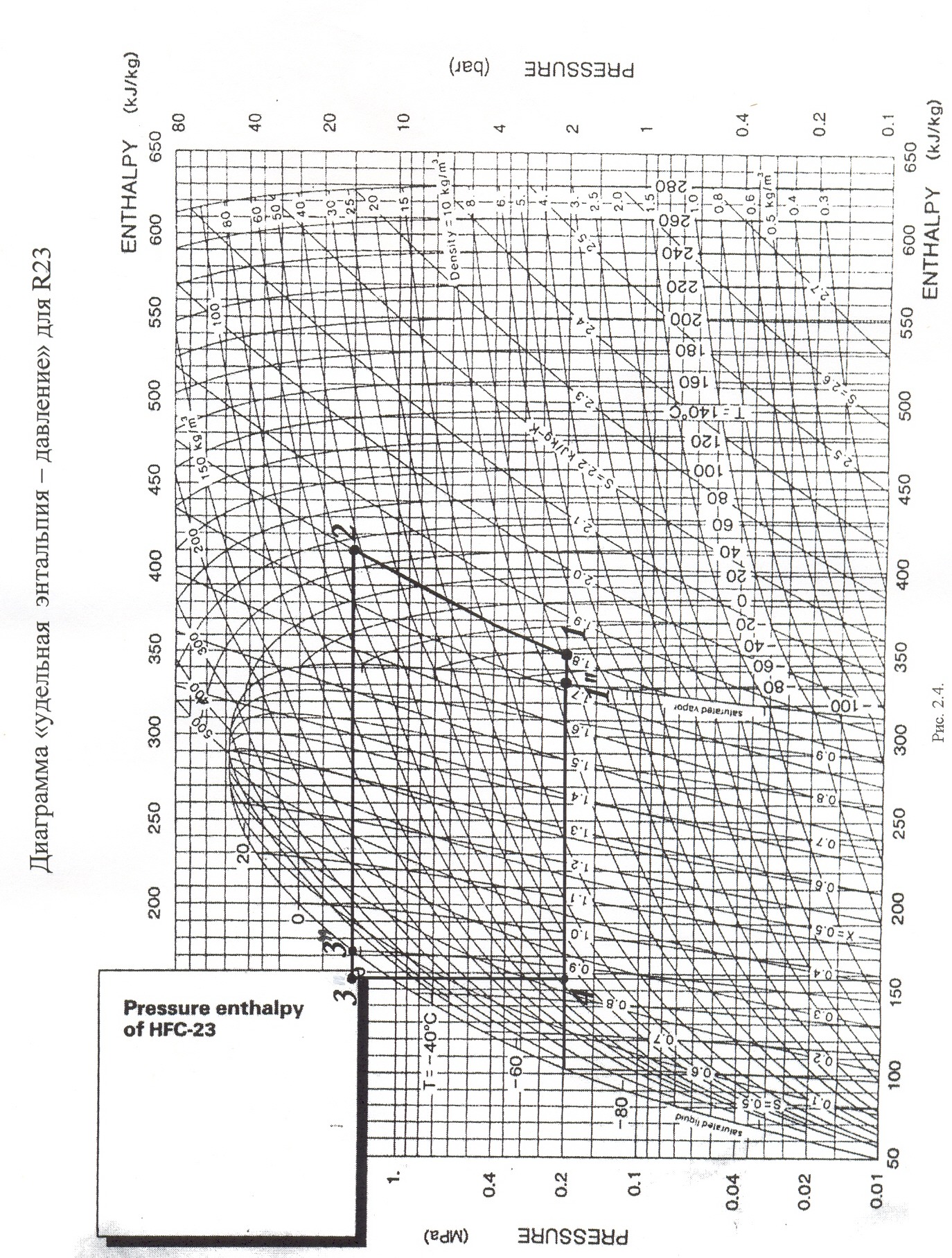
Для построения рабочего цикла нижнего каскада на диаграмму i – lg р нанесены характерные точки циклов, показывая основные процессы цикла машины (рис. 2.4).

Необходимые для построения цикла параметры:

- температура кипения R23: tкип. = -70 ºС (Ркип = 0,2 МПа);

- температура конденсации R23: tкон. = -18 ºС (Ркон. =1,5 МПа).

Пересечение изобары давления Ро с кривой насыщенного пара показыва­ет состояние хладагента на выходе из испарителя - т.1 ”. Перегрев пара про­исходит в теплообменнике регенеративном ТР2 и во всасывающем трубо­проводе перед компрессором КМ2 при Ркип до температуры tвc. Подогрев пара в ТР2, с одной стороны, увеличивает работу компрессора, но, с другой сто­роны, уменьшает тепловой поток в испарителе-конденсаторе. Точка всасыва­ния 1 лежит на пересечении изобары Ркип и изотермы tвс в области перегрето­го пара. Нагрев рабочего вещества в процессе 1”- 1 принимаем около 20 ºС. Эта величина может изменятся в зависимости от условий работы машины. При сжатии пара в компрессоре давление повышается до Ркон точка сжатия 2 лежит на пересечении адиабаты, проведенной из точки 1 и изобары Ркон. Температура этой точки называется температурой нагнетания компрессора. Из КМ2 перегретый пар охлаждается воздухом в ОА2 (т.3”), в ТР2 - холод­ным паром, идущим из испарителя (т.3). Точку 3 можно определить энталь­пии iз=i3” +i1” -i1 или по диаграмме i - lg р. В состоянии пара хладагент посту­пает в испаритель-конденсатор. Теплота от испарителя-конденсатора отво­дится верхней ветвью каскада. Жидкое рабочее вещество после освобожде­ния от влаги и загрязнений в фильтре-осушителе ФОl дросселируется в дросселе Д. Линия энтальпии проходит вертикально вниз до пересечения с изобарой Ркип. В состоянии влажного пара (т.4) хладагент поступает в испа­ритель, где кипит при постоянных температуре и давлении до состояния на­сыщенного пара (т.l”). Цикл замыкается и повторяется.



Для построения рабочего цикла верхнего каскада на диаграмме i - lg Р (рис. 2.5.), задаются параметры:

- температура кипения R22: tкип = -28 ºС (Ркип = 0,178 МПа);

- температура конденсации R22: tкон = 35 ºС (Ркон = 1,368 МПа).

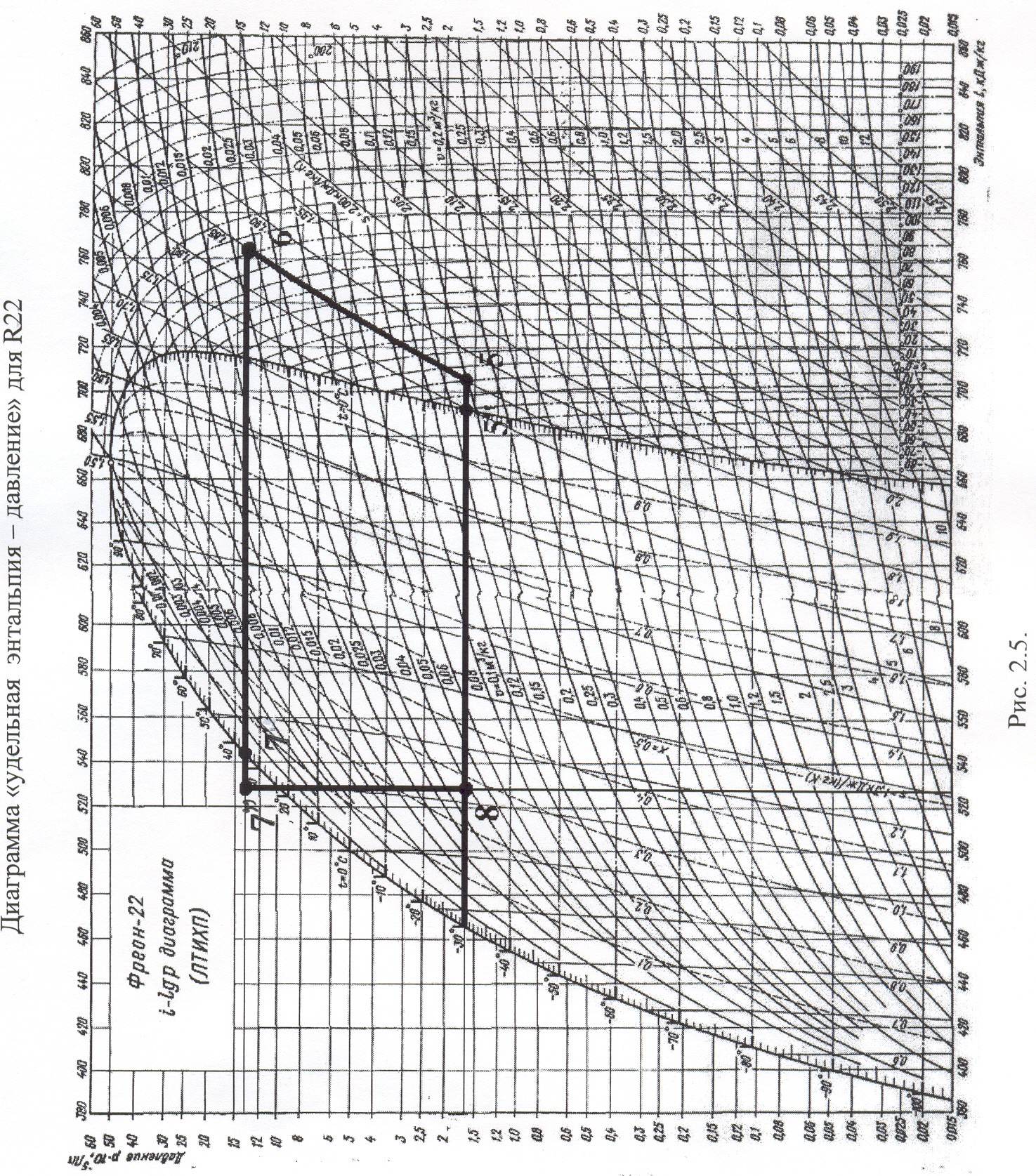
Состояние насыщенного пара на выходе из испарителя-конденсатора И-К показывает т. 5”. Перегрев пара происходит в теплообменнике ТРl и во всасывающем трубопроводе перед компрессором при Ркип до tвc (т. 5). При сжатии пара в компрессоре давление повышается до Ркон (т.6). Из компрессо­ра перегретый пар поступает в конденсатор, где сначала охлаждается, затем конденсируется при постоянной температуре до состояния насыщения жид­кости (т.7”). После конденсатора жидкость поступает в линейный ресивер Р. Процесс переохлаждения (7”-7) проходит в ТР1, т.7 находим по энтальпии i7=i7”+i5”-i5 или по диаграмме i - lg р. После освобождения от влаги и загряз­нений в фильтре-осушителе ФО1 переохлажденная жидкость поступает к дросселю и дросселируется до давления кипения Ркип при i=const . В состоя­нии влажного пара (т.8) хладагент поступает в испаритель-конденсатор, где кипит при постоянных температуре и давлении кипения до состояния насы­щенного пара (т.5”), отводя теплоту от конденсирующего хладагента нижней ветви каскада. Образовавшийся пар нагревается в теплообменнике ТР1 и вса­сывается компрессором КМ1. Цикл замыкается и повторяется.

Необходимые для расчетов значения параметров узловых точек холо­дильных циклов представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Параметры узловых точек циклов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Точки циклов | | | | | | | | | | | |
| 1” | 1 | 2 | 3” | 3 | 4 | 5” | 5 | 6 | 7” | 7 | 8 |
| Р, МПа | 0,2 | 0,2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 0,2 | 0,178 | 0,178 | 1,368 | 1,368 | 1,368 | 0,178 |
| t, ºC | -70 | -50 | 45 | 25 | -20 | -70 | -28 | -8 | 80 | 25 | 5 | -28 |
| i, кДж/кг | 332 | 348 | 410 | 173 | 158 | 158 | 680 | 705 | 765 | 545 | 528 | 528 |



3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ХЛАДАГЕНТАМ

К хладагентам предъявляются четыре группы требований: термодина-мические, физико-химические, физиологические и экономические.

3.1. Термодинамические требования [3, с.17]

Предъявляют следующие термодинамические требования:

- объемная холодопроизводительность qv холодильного агента должна быть большой, так как при больших qv значительно уменьшаются размеры и масса ком­прессора вследствие малых объемов циркулирующего холодильного агента. Но это требование при выборе холодильного агента не яв­ляется решающим, так как с увеличением qv растет разность дав­лений в холодильной машине, что также весьма нежелательно;

- давление холодильного агента в конце сжатия не должно быть слишком высоким, так как высокие давления приводят к усложне­нию и утяжелению конструкции машины, делают ее небезопасной;

- давление кипения холодильного агента желательно иметь выше атмос-ферного, так как при вакууме в систему может засасываться воздух, который отрицательно влияет на работу холодильной маши­ны;

- отношение давления Рк/Родолжно быть небольшим, так как c уменьше-нием значений Рн/Роуменьшаются затрачиваемая работа и габариты, увеличи-вается КПД компрессора;

- теплота парообра­зования должна быть большой, так как чем она больше, тем мень­шая масса холодильного агента должна циркулировать для созда­ния необходимой холодопроизводительности;

- температура затвердевания холодильного агента должна быть низкой, а критиче­ская температура - высокой, так как первая ограничивает возмож­ность достижения низких температур, а при небольших значениях второй уменьшается холодильный коэффициент;

- плотность и вяз­кость холодильного агента должны быть небольшими для сокра­щения гидравлических потерь в трубопроводах и клапанах. Кроме того, с уменьшением вязкости увеличиваются коэффициенты тепло­отдачи и теплопередачи, что уменьшает расход металла на тепло­обменные аппараты.

3.2. Физико-химические требования [3, с.17]

Предъявляют следующие физико-химические требования:

- желательно, чтобы холодиль­ные агенты растворялись в воде воизбежание образования ледяных пробок в дросселе и нарушения работы системы. Кроме того, сво­бодная вода способствует коррозии металла;

- важным свойством холодильных агентов является их растворимость в масле. Если холодильный агент не растворяется в масле, то оно легко отделя­ется от холодильного агента, который кипит при to = constнезависимо от количества масла в системе. Но на стенах теплопередающих аппаратов образуется масляная пленка, ухудшающая теплопе­редачу, что является недостатком таких холодильных агентов. Если холодильный агент растворяется в масле, то слой масла с теплопередающих поверхностей смы-вается ­ почти полностью; это улучшает теплопередачу. Однако его трудно удалить из испарителя, что повышает температуру кипения при увеличении концентрации мас­ла и может значительно ухудшить работу машины;

- холодильные агенты должны быть нейтральными к металлам (даже в присутст­вии влаги) и прокладочным материалам;

- холодильные агенты не должны быть горючими и взрывоопасными;

- холодильные агенты должны обладать запахом, цветом или другими свойствами, позво­ляющими легко обнаружить утечку;

- холодильные агенты не дол­жны разлагаться при высоких темпера-турах.

3.3. Физиологические требования [3, с.18]

Холодильные агенты не должны быть ядовитыми, не должны вызывать удушья и раздражения сли­зистых оболочек глаз, носа и дыхательных путей человека.

3.4. Экономические требования [3, с.17]

Холодильные агенты должны быть дешевыми и недефицитными.

Многообразие требований, предъявляемых к холодильным аген­там, приводит к тому, что найти универсальное вещество, отвеча­ющее всем требованиям, невозможно, поэтому холодильный агент в разных случаях выбирается с учетом назначения, условий работы и конструктивных особенностей холодильной машины.

4. СВОЙСТВА РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

4.1. Обозначение и классификация рабочих веществ [4, с. 35]

Процессы отвода теплоты от источника низкой температуры, а также подвода теплоты к источнику высокой температуры или к окружающей среде связаны с явлением теплообмена. Эти процессы протекают с участием не ме­нее двух тел, одно из которых - охлаждающее (или нагревающее) – принято называть рабочим веществом или холодильным агентом. В последнее время наибольшее распространение получил термин «хладагент».

Термодинамические, теплофизические свойства хладагентов, их токсич­ность, пожароопасность, взаимодействие с конструкционными материалами и смазочными маслами оказывают существенное влияние на показатели работы холодильных машин. К таким показателям можно отнести энергетическую эффективность, материалоемкость, надежность, безопасность холодильных машин и др. свойства хладагентов определяют также температурные условия работы холодильных машин и возможность создания машины той или иной производительности.

В настоящее время на практике применяют порядка 20 хладагентов. Наи­более доступными хладагентами является вода и воздух. К концу 60-х годов сформировалась официальная система обозначений холодильных агентов. Со­гласно международному стандарту ИСО «Органические хладагенты», с 1968 года была установлена единая система обозначений. Система обозначений включает наименования и числа. Буква R или слово refrigerant (холодильный агент) составляют наименование; цифры связаны со структурой молекулы хо­лодильного агента; последняя цифра равна числу атомов фтора в молекуле, предпоследняя - на единицу превышает число атомов водорода, а третья - от конца на единицу меньше числа атомов углерода в молекуле. Число атомов хлора равно разности от вычитания числа атомов фтора и водорода из общего числа атомов, присоединенных к атому углерода. Перед числовым обозначе­нием циклических предельных соединений ставят букву С. Если в молекуле холодильного агента присутствуют атомы брома, к числовому обозначению соответствующего соединения добавляют букву В и цифру, равную числу атомов брома. Например, соединение СНF2Cl имеет по системе ИСО обозна­чение R22. Здесь последняя цифра 2 - число атомов фтора; первая цифра 2 ­число атомов водорода в молекуле плюс единица; третьей цифры нет, так как она на единицу меньше числа атомов углерода в молекуле и поэтому равна нулю.

Хладагенты классифицируют по давлениям насыщенного пара и нор­мальным температурам кипения. По давлениям насыщенного пара их подраз­деляют на хладагенты высокого, среднего и низкого давления. К первой груп­пе относят хладагенты, у которых давление пара при температуре 30 ºС со­ставляет 2-7 МПа. Давление хладагентов, входящих во вторую группу, со­ставляет 0,3-2 МПа. У хладагентов третьей группы давление пара при темпе­ратуре 30 ºС ниже 0,3 МПа. По нормальным температурам кипения хладаген­ты также подразделяются на три группы: низкотемпературные (tн < - 60 ºС), средне – температурные (tн = - 60ºС - (- 10 ºС)), высокотемпературные (tн > -10 ºС).

Классификации по давлениям и температурам взаимосвязаны. Хладагенты высокого давления являются низкотемпературными рабочими веществами, низкого давления - высокотемпературными.

4.2. Термодинамические свойства [3, с. 17]

Термодинамические характеристики рабочих веществ влияют главным образом на температурные режимы работы холодильных машин, эффектив­ность термодинамических циклов, показатели и характеристики холодильных машин и компрессоров.

4.3. Теплофизические свойства [4, с. 58]

К теплофизическим свойствам относятся плотность, теплопроводность, вязкость, поверхностное натяжение и некоторые другие свойства. Они влияют на интенсивность тепломассопереноса в аппаратах холодильных машин, а также на сопротивления при движении газообразных и жидких хладагентов в системе. Названные факторы определяют значения необратимых потерь в процессах тепломассопереноса и транспортировки рабочих веществ, что в ко­нечном итоге сказывается на общей энергетической эффективности холо­дильных машин и их конструктивных особенностях. Для тепломассообмена в аппаратах со сравнительно высокой интенсивностью желательно иметь хлада­генты с большими значениями теплопроводности, плотности, теплоты паро­образования и малыми значениями вязкости.

На сопротивление при циркуляции рабочих веществ в системе оказывают влияние вязкость и плотность. Массовый расход циркулирующего в системе хладагента зависит от теплоты парообразования и уменьшается с ее ростом. Для уменьшения расхода энергии на перекачивание хладагента в системе же­лательно иметь возможно большие значения теплоты парообразования и наи­меньшие значения вязкости.

В качестве общей характеристики свойств рабочих веществ для теплооб­мена при кипении и конденсации могут быть выбраны критические парамет­ры рабочих веществ и их молярная масса. Теплоотдача при кипении и конден­сации возрастает при прочих равных условиях по мере уменьшения Ткр и мо­лярной массы и уменьшается с ростом Ркр при кипении и с понижением Ркр при конденсации.

4.4. Химические и физико-химические свойства [4, с. 59]

Химическая стабильность хладагентов характеризуется температурой разложения, воспламеняемостью и взрывоопасностью. Температуры разложе­ния применяемых в холодильной технике хладагентов значительно выше тем­ператур, при которых осуществляются термодинамические циклы холодиль­ных машин. При использовании хладонов в регенеративных циклах темпера­тура конца сжатия не превышает 70-100 ºС, при использовании аммиака 150 ºС.

Термическая устойчивость хладагентов различна. Аммиак начинает рас­падаться на азот и водород при температуре выше 250 ºС, двуокись углерода- при температуре выше 1500 ºС. Термическая устойчивость хладонов доста­точно высока, однако разложение этих соединений сопровождается образова­нием хлористого и фтористого водорода, а также следов фосгена. Начальная температура разложения хладонов повышается с увеличением содержания фтора в молекуле и зависит от материалов, в контакте с которыми они нахо­дятся. Она выше при контакте с никелем и высоколегированными сталями и уменьшается в присутствии углеродистых сталей. Хладагент R12 в присутст­вии железа, цинка, дюралюминия, меди начинает разлагаться при 410-430 ºС, в присутствии свинца - при 330 ºС, хладагент R22 в присутствии железа ­при 550ºС. На основании анализа опубликованных данных можно заключить, что относительная термическая стойкость хладонов уменьшается в следующем порядке R11 < R21 < R113 < R22 < R12 < R114 < R115 < RЗ18С < R13 < R14. Хладагенты R14, R318C, R218, R846 термически очень устойчивы, распада­ются только при температуре красного каления. Наименее устойчивы к влия­нию высоких температур бромированные углеводороды. В табл. 3.1 приведе­ны данные по рекомендуемым допустимым температурам применения от­дельных хладонов в зависимости от контактирующих металлов и сплавов.

Таблица 3.1

Температура (ºC)применения хладонов в контакте с различными металлами

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Металл | Хладоны | |
| R11 | R12, R21, R22 |
| Углеродистая сталь  Медь и медные сплавы  Коррозионно-стойкие стали  Высоколегированные стали  Никель и никелевые сплавы | 50 | 100 |
| 50 | 100 |
| 150 | 150-200 |
| 150-200 | 200 |
| 200 | 200 |

Термическая устойчивость хладагентов снижается в присутствии смазоч­ных масел. Минеральные масла сильнее влияют на ухудшение термической устойчивости, чем синтетические, применяемые в холодильной технике. Раз­ложение хладагентов оказывает отрицательное влияние на надежность ком­прессоров, продолжительность использования в них масла без замены.

Хладагенты обладают различной степенью воспламеняемости и взрыво­опасности. Аммиак в соединении с воздухом при концентрациях 16-26,8% взрывоопасен и воспламеняем. Наибольшей взрывоопасностью характеризу­ются этан, этилен, пропан и бутан. Так, с точки зрения воспламеняемости до­пустимая норма содержания в воздухе этана и пропана не должна превышать 40 г/м³, этилена - 32 г/м³. Взрывоопасность и воспламеняемость хладонов заметно снижается с уменьшением числа атомов водорода в молекуле и воз­растанием числа атомов хлора, фтора и, особенно, брома. Не воспламеняются и не взрывоопасны двуокись углерода, R22, R23, R123, R124, R125, R134, R134a.

5.ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБРАННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ ТЕРМОКАМЕРЫ

5.1. Хладагент R22 [7, с. 51]

Химическая формула CF2ClH (дифторхлорметан). Это бесцветный, негорючий и невзрывоопасный газ со слабым запахом трихлормeтaна (хлоро-форма); более ядовит, чем R12. Молекулярная масса хладагента 86,46 г/моль, температура кипения при атмосферном давлении -40,85 ºС, температура плавления -157,4 ºС, кри­тическая температура 96,13 ºС критическое давление 4,98 МПа и критическая плотность 512,8 кг/м³.

Хладагент R22 слабо растворяется в воде, объемная доля влаги в нем не должна превышать 0,0025 %. Массовая растворимость R22 в воде при парци­альном давлении 0,101 МПа в области температур от 0 до 80 ºС составляет 0,778 - 0,093 %, а воды в R22 в области температур от -40 ºС до 40 ºС соответ­ственно 0,012 - 0,191 %.

Коэффициент теплоотдачи при кипении и конденсации на 25 - 30% выше, чем у R12, однако R22 имеет более высокие давление конденсации и температуру на­гнетания (в холодильных машинах). Предельно допустимая концентрация R22 в воздухе 3000 мг/м³ при длительности воздействия 1 час.

Термическое разложение при продолжительности контакта 1 - 10 секунд на­чинается в трубке из стали 12Х18Н10Т при 280 ºС, из никеля Н-l при темпе­ратуре 380 ºС.

При контакте с пламенем и горячими поверхностями R22 разлагается с обра­зованием высокотоксичных продуктов.

Коррозионную стойкость при температуре 50 ºС проявляют стали 12Х13,

14Х17Н2, 12Х18Н9Т, 12Х18НI0Т, 15Х18Н12С4ТЮ; никель Н-2. НП-2; мо­нель-металл НМЖМц28-2,5-1,5;титан В1-1-1М; алюминий АД-l; алюминие­вый сплав АМгб; медь М3; латунь Л90.

Полимерные материалы-фторопласты 3, 4, 40, винипласт, полиэтилен, по­лиизобутилен ПБСГ, текстолит Н-l, резина СКФ-32, эбонит 1751, импрегниро­ванный графит, арзамит 5, эпоксидная смола, паронит ПОН, стеклотекcтoлит и фао­лин проявляют стойкость при контакте с R22 при температуре 15 - 30 ºС (сте­пень набухания составляет не более 15% по массе).

По сравнению с R12 хладагент R22 хуже растворяется в масле, но легко проникает через неплотности и нейтрален к металлам. для R22 холодильной про­мышленностью выпускаются холодильные масла высокого качества.

В холодильных установках, работающих на R22, необходимо использо-вать ми­неральные или алкилбензольные масла.

Хладагент R22 при меняют для низких температур до -40 ºС в односту-пенчатых или до -60 ºС в двухступенчатых холодильных машинах; в промыш-ленных и бытовых кондиционерах; в качестве компонента смесевых хладагентов и порообразователя при получении пенопластов.

Транспортируют хладагент R22 любым видом транспорта, заливают его в бал­лоны, контейнеры и другие сосуды, рассчитанные на давление 2 МПа. Норма за­полнения 1 кг/дм³ вместимости сосуда. Хранят R22 в складских помещениях с защитой от солнечных лучей. Но вследствие высокой озоно-активности ODP = 0,055 и GWP = 1700 его выпуск должен быть прекращен к 2030 г.

5.2. Хладагент R23 [7, с. 82]

Химическая формула СFзН (фтороформ). Хладагент представляет собой бес­цветный негорючий газ с молекулярной массой 70,01 г/моль, температура кипения при атмосферных условиях - 82,2 ºС, температура плавления -155,15 ºС критическая тем­пература 25,85 ºС, критическое давление 4,82 МПа и крити-ческая плотность 525 кг/м³.

Массовая растворимость R23 в воде при парциальном давлении 0,101 МПа в об­ласти температур от 0 ос до 80 ºС составляет 0,242 - 0,029 %.

Хладагент R23 при соприкосновении с пламенем и горячими поверх-ностями раз­лагается с образованием высокотоксичных продуктов. Хладагент R23 обладает терми­ческой стабильностью при контакте с металлами: сталью 12XI9Н10T, никелем Н-l при продолжительности контакта 1 - 10 секунд терми-ческое разложение происходит соот­ветственно при 650 ºС и 580 ºС.

При контакте с R23 коррозионной стойкостью при температуре 50 ºС обладают мeтaллы: Ст З, Ст 40Х13,12Х18НI0Т, 10ХI7Н1ЗМ2Т, алюминий и его сплавы АД1, АДМ, Д16, АМгб, АМц, припои ПОС-61 ПСр70 (скорость коррозии составляет не бо­лее 0,004 мм/год); медь М1 (скорость коррозии 0,05мм/год).

Полимерные материалы - фторопласт 4, резины ИРП-1118, ИРП-204З при темпе­ратуре 50 ºС проявляют стойкость при взаимодействии с R2З (набухание по массе не более 15 %).

Хладагент высокого давления R23 применяется в холодильных системах (кас­кадные холодильные установки) для получения температур до -100 ºС.

Транспортируют хладагент R23 любым видом транспорта, заливают его в баллоны, рассчитанные на давление 10 и 15МПа, норма заполнения 0,5 кг/дм³ (при давлении 15 МПа).

6. ПОДБОР ОБОРУДОВAНИЯ

6.1. Расчет теплопритоков

Расчет теплопритоков состоит в последовательном учете количества теп­лоты, поступающей в охлаждаемую емкость от каждого источника теплоты, которые могут оказать влияние на установление и поддержание заданного те­плового режима в охлаждаемом объекте.

Конечной целью расчета теплопритоков является нахождение для охлаж­даемой емкости производительности охлаждающих приборов, достаточной для отвода всей поступившей теплоты и поддержания тем самым требуемых параметров воздушной среды внутри этой емкости.

В установившемся состоянии в охлаждаемую емкость будут проникать, и возникать внутри аппарата теплопритоки: от окружающей среды Q, вызван­ный проникновением теплоты через ограждения, от груза при холодильной обработ-ке и от работающего вентилятора.

6.1.1. Теплоприток от окружающей среды

Теплоприток от окружающей среды через ограждения охлаждаемой ка­меры возникает под влиянием разности температур:

Q1= К·F·(Тн - Твн), (6.1)

где К - коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м²·К);

F - площадь теплопередающей поверхности ограждения, м²;

Тн и Твн - температура воздуха с наружной стороны ограждения и в охлаждаемой камере, К.

F = (0,68·0,588·2)+(0,588·0,49·2)+(0,68·0,49·2)=2,04 м².

, [8, с.168] (6.2)

где αн и αвн – коэффициент теплоотдачи от воздуха к наружной и внут-ренней поверхности ограждения, Вт/(м²·К);

δ – толщины слоев ограждения (принимаются по рекомендациям 000 «Термотехника»), м;

λ – теплопроводность соответствующих слоев ограждения, Вт/(м·К).

αн = 9 Вт/( м²·К); αвн = 70 Вт/( м²·К) [8, с.147].

λуг.ст = 46,5 Вт/( м·К); λnенопласт = 0,047Вт/( м·К); λстекловата = 0,07 Вт/( м·К);

λн.ст=17,5 Вт/( м·К) [8, с.529].

Вт/(м²·К)

Q1= 0,327·2,05·(298 - 213)=56,7 Вт.

6.1.2. Теплоприток от груза

Q2 = G·с·(Тн – Тк)/ τохл, (6.3)

где G = 22 кг - масса охлаждаемого груза за цикл;

с = 500 Дж/(кг·К) – теплоемкость груза (стали) [8, с.528];

Тн = 298 К и Тк = 213 К – начальная и конечная температура груза;

τохл = 20 мин. - время охлаждения груза от Тн до Тк.

Q2 = 22·500·(298 - 213)/(20·60) = 0,779 кВт.

6.1.3. Теплоприток от работающего в камере вентилятора

Двигатель расположен вне охлаждаемого контура, следовательно к воз-духу будет подведена теплота, эквивалентная полезной работе механизмов, установленных в камере.

Q3 = Nдв·ηдв , (6.4)

где Nдв = 40 Вт – мощность электродвигателя;

ηдв = 0,9 – коэффициент полезного действия двигателя.

Q3 = 40·0,9 = 36 Вт

Общая тепловая нагрузка на охлаждающие устройства и компрессоры:

Q = Ql + Q2 + Q3 = 0,057 + 0,779 + 0,036 =0,872 кВт.

6.2. Расчет испарителя

Испаритель - это теплообменный аппа­рат, в котором хладагент кипит в результа­те отвода теплоты отохлаждаемого объек­та. В испарителе хладагент, поступающий из терморегулирующего вентиля или капилляр­ной трубки, кипит, а образующийся пар пе­регревается. По способу движения хладаген­та испарители со свободным движением воз­духа могут быть сухие, затопленные и ком­бинированные. В сухих испарителях хлад­агент подается сверху, а отводится снизу, у затопленных - наоборот. Наибольшее рас­пространение получили сухие испарители, что обусловлено лучшим возвратом масла и меньшим количеством хладагента, требуе­могодля заполнения системы.

По конструкции испарители разделяют на ребристотрубные (ИРТ и ИРСН), листотруб­ные (ИЛТ) и гладкотрубные (ИГТ), а также аккумуляционные плиты-испарители.

Ребристотрубные испарители состоят из соединенных оребренных труб; листотруб­ные - из листов с каналами для прохождения хладагента, соединенных сваркой; гладко­трубные - из труб, соединенных в виде зме­евиков [9, с.233].

Исходные данные:

Размеры камеры 680х490х588

Объем камеры, м³ 0,195

Температура кипения рабочего тела в аппарате Т0, К 203

Рабочее тело Фреон-23

Температура воздуха внутри камеры:

-начальная Т1, К 298

-конечная Т2 , К 213

Время охлаждения от Т1 до Т2 τохл , мин 20

Скорость воздуха ω, м/с 3

Масса охлаждаемого груза за цикл G, кг 22

6.2.1. Предполагается, что испаритель будет смонтирован из медных труб с насадными пластинчатыми ребрами . Расположение труб в пучке коридорное.

|  |  |
| --- | --- |
| Наружный диаметр трубы dн, м | 0,012 |
| Внутренний диаметр трубы dвн, м | 0,01 |
| Высота ребер h, м | 0,012 |
| Ширина пластины B, м | 0,036 |
| Высота пластины H. м | 0,036 |
| Шаг ребер u, м | 0,009 |
| Толщина ребер δр, м | 0,0005 |
| Шаг труб по фронту S1, м | 0,036 |

Степень оребрения

, [10, с.337] (6.5)

где Fр – поверхность ребер

м²/м [10, с.338] (6.6)

Fмр – поверхность межреберных участков

м²/м [10, с.338] (6.7)

Fвн – внутренняя поверхность трубы

 м²/м



6.2.2. Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха, отнесенный к по-верхности оребренных труб

, [10, с.338] (6.8)

При скорости воздуха в узком (живом) сечении ω=3 м/с

, [10, с.338] (6.9)

где ν = 10,633·10-6 м²/с – коэффициент кинематической вязкости воздуха при Тв,ср = 240,8 К [11, с.14].

Для коридорного пучка коэффициенты, входящие в уравнение имеют значения: С = 0,116, m = 0,72.



Тогда

 Вт/(м·К), [10, с.338] (6.10)

где λв = 2,182·10-2 Вт/(м·К) – коэффициент теплопроводности воздуха при Тв,ср = 240,8 К [11, с.14].

6.2.3. Условный коэффициент теплоотдачи влажного воздуха, учиты-вающий тепломассообмен, термическое сопротивление инея и контакта ребер с трубками.

 [10, с.339] (6.11)

Величина δин/λин зависит от допустимого значения толщины слоя инея δ<=b/2 (где b – расстояние между двумя соседними ребрами) и плотности инея ρин , определяющей коэффициент теплопроводности λин.

При ρин = 10−90 кг·с/м² получим: λин =0,1165−2,3213 Вт/(м·К). Терми-ческое сопротивление контакта ребер зависит от степени оребрения β и спо-соба контакта. В расчете принято: δин = 0,004 м; λин = 0,75 Вт/(м·К);

Rконт = 4,5·10-3 м²·К/Вт.

 Вт/(м²·К)

6.2.4. Степень эффективности ребра

, [10, с.339] (6.12)

где m – комплексная характеристика в случае охлаждения с выпадением инея

 1/м; [10, с.339] (6.13)

где λр = 203,5 Вт/(м·К) – коэффициент теплопроводности алюминия [8, с. 529]







6.2.5. Условный коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха, приве-денный к внутренней поверхности трубы

 Вт/(м²·К) [10, .339](6.14)

6.2.6. Тепловой поток со стороны воздуха

 [10, с.339] (6.15)

6.2.7.. Коэффициент теплоотдачи при кипении фреонов внутри труб оп-ределяется по уравнению

, [10, с.343] (6.16)

где qфр - тепловой поток со стороны холодильного агента;

А = 1,04 – коэффициент, зависящий от физических свойств рабочего тела и температуры кипения [10, с.343]

 кг/с – расход жидкости



6.2.8. Тепловой поток со стороны холодильного агента. Известно, что

, [10, с.344] (6.17)

где ∆Тфр = Тст,вн – Т0, тогда



Преобразуем: ; 

 (6.18)

Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ∆Тфр | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| ∆Т2,5фр | 0,178 | 1,00 | 2,76 | 5,66 | 9,92 | 15,5 | 22,8 | 32 | 42,95 | 55,9 | 70,94 | 88,18 | 107,72 | 129,64 |
| qфр | 14,92 | 83,8 | 231,3 | 474,3 | 831,3 | 1299 | 1910,64 | 2681,6 | 3599,2 | 4684,4 | 5944,7 | 7389,48 | 9026,9 | 10863,8 |

6.2.9. Средняя логарифмическая разность температур в аппарате

 К [10, с.344] (6.19)

6.2.10. Удельный тепловой поток в аппарате, отнесенный к внутренней поверхности. Для определения величины qF строятся графические зависимости по уравнениям (6.15) и (6.18). Эти зависимости приведены на рис.6.1.

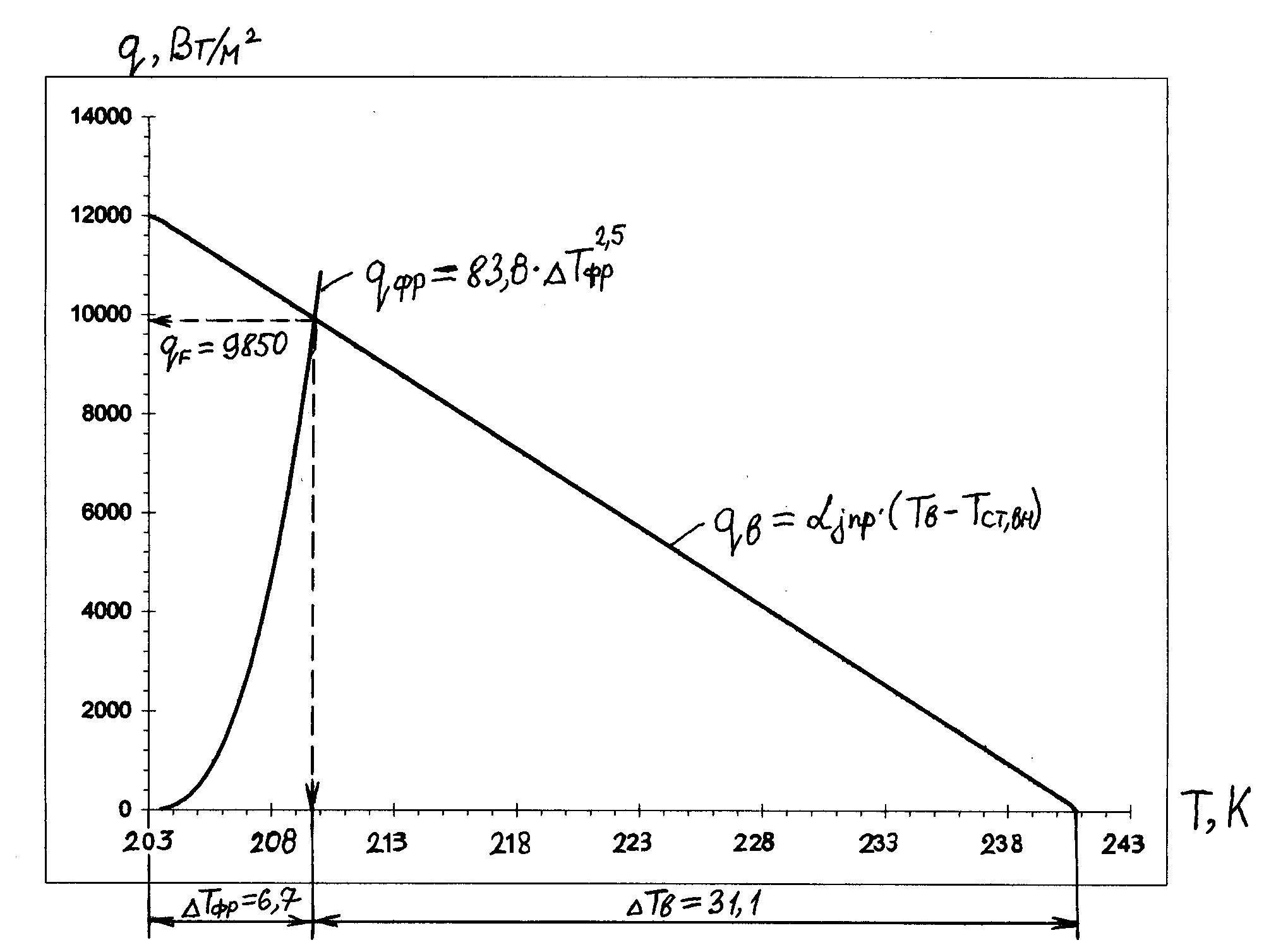


Рис. 6.1

По графику: qF = 9850 Вт/м²; Тст,вн = 209,7 К.

6.2.11. Поверхность теплообмена всего аппарата

 м² (6.20)

6.2.12. Общая длина трубы в аппарате

 м (6.21)

6.2.13. Количество трубок в зависимости от ширины камеры (l = 0,36 м):



Принимаем n = 8.

6.2.14. Общая высота испарителя

 м

Рассчитанный испаритель



Рис. 6.2

6.3. Подбор холодильных компрессоров

По тепловой нагрузке и характеристикам холодильного цикла рассчиты­ваем объемную производительность компрессоров и определяем их тип.

6.3.1. Подбор компрессора для нижней ветви каскада

Компрессору надо обеспечить массовую производительность G = 0,0045 кг/с для испарителя.

Холодопроизводительность компрессора;

, (6.22)

где Qкам – холодопроизводительность камеры, Qкам = 872 Вт;

Акм – работа компрессора на сжатие пара

, (6.23)

где i1 и i2 – энтальпия пара в начале и в конце сжатия, ,i1 =348 кДж/кг,

i2 = 410 кДж/кг.

Вт

Вт

Действительная объемная производительность компрессора:

Vкм= G·v1, (6.24)

где v1 - удельный объем всасываемого пара в т.1, м³/кг.

Vд., 23 = 0,0045·0,125=0,000563 м³/с.

Коэффициент подачи (коэффициент наполнения)

Этот коэффициент обозначается λ, характеризует отличие массовой производительности реального компрессора от теоретического λ = G/Gт.

, [12, с.8] (6.25)

где каждый из сомножителей (коэффициентов) характеризуют влияние на производительность соответствующих факторов:

- λс – обратного расширения из мертвого пространства;

- λдр – дроссельных потерь;

- λw – подогрева;

- λпл – перетечек;

- λп – прочих потерь подачи.

В теории поршневых компрессоров принято разделять эти коэффициенты на индикаторные и скрытые. К индикаторным относятся объемный коэффици-ент λс , характеризующий влияние обратного расширения, и коэффициент дрос-селирования λдр , которые можно определить из индикаторной диаграммы. Про-изведение λс· λдр называют также индикаторным коэффициентом наполнения λi.

К скрытым (влияние которых не видно из индикаторной диаграммы) относят коэффициенты нагрева λw, плотности λпл и прочих потерь подачи λп.

, [12, с.8] (6.26)

где с = VМ/VЦ – относительное мертвое пространство, с = 0,015 [1, с.23];

π = Рн/Рвс – отношение давлений нагнетания и всасывания,

π = 1,5/0,2 = 7,5;

m – условный постоянный показатель политропы обратного расшире-ния, при котором объемные потери от расширения такие же, как и в действии-тельном процессе расширения, m = 0,98 [12, с.8].



Коэффициент λдр для компрессора с правильно сконструированными вса-сывающими трактами и клапанами составляет 0,98-0,995, поэтому при расчете принимают λдр = 1.

Коэффициент λw для малых герметичных компрессоров:

, [12, с.9] (6.27)

где Твс – температура всасываемого пара, Твс = 223 К;

Тк – температура конденсации, Тк = 255 К;

∆Т – перегрев пара, ∆Т = 30 К;

a,b – постоянные, зависящие от величины компрессора, а = 1,15; b = 0,57 [12, с.9].



Коэффициент λпл характеризует потери производительности из-за перете-кания пара по зазору поршень-цилиндр. λпл = f(π); λпл = 0,96 [12, с.10]..

Коэффициент прочих потерь подачи λп учитывает потери производитель-ности, которые не являются органически неизбежными, но на практике иногда могут заметно снижать значение λ . Основные источники их – неплотное или несвоевременное закрытие клапанов. Иногда в коэффициенте λп объединяют учет всех потерь, которые не удается выделить при экспериментальном исследовании или теоретически. λп = 0,7 [12, с.11].

Получаем



Теоретический объем, описываемый поршнем:

Vт = (Vкм)/λ = 0,000563/0,563=0,001 м³/с.

Теоретическая производительность Vт является паспортной характери­стикой компрессоров объемного сжатия и служит основой для их подбора.

Теоретическая мощность, потребляемая компрессором:

Nт,к = Акм = G·( i2-i1) = 0,0045 ·(410 - 348) = 0,266 кВт.

Выбираем компрессор для R23 САJ2464Z; Vт = 0,001м³/с; N = 0,4 кВт

6.3.1. Подбор компрессора для верхней ветви каскада

Массовый расход М22 рабочего вещества:

,

где Q1 - холодопроизводительность, кВт;

N1 - мощность компрессора нижнего каскада, кВт.

 кг/с.

Действительная объемная производительность компрессора:

Vд, 22 = М22·v5 = 0,0072·0,15 = 0,00105 м³/с.

Степень повышения давления Ркон/Ркип =7,7, коэффициент подачи λ =0,58.

Теоретический объем, описываемый поршнями:

 м³/с.

Теоретическая мощность, потребляемая компрессором:

Nтк = Мк ·( i6-i5) = 0,0072· (765-705)= 0,42 кВт.

Выбираем компрессор для R22 САJ2464Z; Vт, 22 =0,002 м³/с; N = 0,50 кВт

6.4. Коммуникации

После подбора холодильного оборудования формируют монтажно­техническую схему контура холодильной установки, на основании которой определяют длину коммуникаций, число поворотов, уклонов и других местных сопротивлений.

Диаметр трубок приняты: для пара 12х1; для жидкого хладагента 10х1. Материал: медь.

7. АВТОМАТИЗАЦИЯ КАМЕРЫ

Большинство процессов в холодильных установках самоустанавли-вающиеся и поэтому можно было бы обойтись без автоматизации, од­нако в ряде случаев самоустановление режима происходит за пределами допустимых 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 автомати-зации.

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.

7.1. Автоматический контроль [2, с.270]

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. На хладоновых холодильных установках должны контро­лироваться и фиксироваться следующие параметры:

- температура охлаждаемой среды в холодильно-технологическом оборудовании;

- давление всасывания хладагента в компрессор;

- температура и давление кипения хладагента в испарителе;

- температура всасывания хладагента в компрессор;

- температура и давление нагнетания хладагента компрессором;

- температура и давление конденсации хладагента;

- температура наружного воздуха;

Перечисленный перечень контролируемых параметров является ми­нимальным, который необходим для обеспечения безопасной работы холодильной установки. Число контролируемых параметров требуется существенно больше, если они используются для анализа эффективно­сти работы, в первую очередь, снижения потребления электроэнергии на производство холода и др.

7.2. Автоматическая сигнализация [2, с.271]

Автоматическая сигнализация позволяет информировать персонал о включении отдельных элементов холодильной установки, достиже­нии заданных или предельно допустимых значений параметров. Пре­дусматривается звуковая и световая сигнализация. Все большее количество холодильных установок, оснащается вычисли­тельной техникой. На мониторе можно посмотреть информацию о рабо­тающем оборудовании, текущих режимах, а также просмотреть информацию о режиме за предыдущее время: час, сутки, неделю, месяц.

Сигнализация предусматривается световая и звуковая. Исполни­тельная сигнализация имеет, как правило, зеленый цвет. Предупреди­тельная сигнализация обозначается желтым цветом и может сопрово­ждаться звонком. Предаварийная сигнализация характеризуется крас­ным световым сигналом и сиреной.

7.3. Автоматическая защита [2, с.272]

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 эле­ментах холодильной установки. На хладоновых холодильных установках должна быть выполнена защита по сле-дующим параметрам:

- предельно допустимое давление нагнетания хладагента;

- предельно допустимая температура нагнетания хладагента;

По решению фирмы-изготовителя оборудования или проектной ор­-ганизации кроме перечисленных видов защит могут быть установлены и другие.

Наличие автоматической защиты является обязательным компонен­том всех холодильных установок от бытовых холодильников до круп­ных систем хладоснабжения пищевых предприятий. Эксплуатация холодильных установок, не оснащенных автоматической защитой или с от­ключенными приборами и исполнительными устройствами автоматической защиты, не допускается. Исключение делается на период пуско­наладочных работ, производимых после монтажа или ремонта элемен­тов холодильной установки. Указанные виды работ выполняются спе­циалистами, которые имеют соответствующую подготовку.

В соответствии с современными требованиями система автоматической защиты должна фиксировать ситуации, связанные с предаварийными состояния-ми эксплуатируемого оборудования.

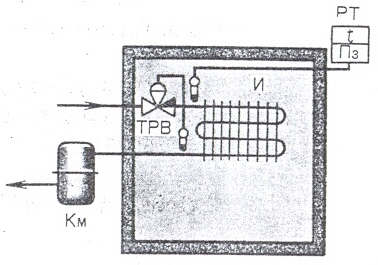
7.4. Автоматическое регулирование [2, с.272]

Работа малого холодильного оборудования в автоматическом режиме обеспечивается регу­лированием отдельных параметров, в резуль­тате которого достигается оптимальное запол­нение испарителей хладагентом, поддержа­ние в заданных пределах температуры в охлаж­даемом объеме, регулирование относительной влажности воздуха, давления кипения и кон­денсации хладагента, изменение производителъ­ности компрессора в зависимости от нагруз­ки.

7.4.1. Регулирование температуры в охлаждаемом объеме [9, с.463]

Наиболее распространенным способом регулирования температуры в охлаждаемом объеме холодильного оборудования, обслу­живаемого отдельным компрессорно -кон­денсаторным агрегатом, является регу­лирование с помощью термореле (рис.7.1).

Регулирование температуры в охлаждаемом объеме камеры с помощью термореле испарителя



Км – компрессор, ТРВ – вентиль терморегулирующий, И – испаритель, РТ - термореле

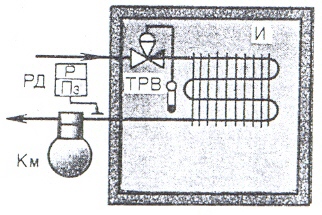
Рис. 7.1

По достижении нижнего предела заданной температуры в охлаждаемом объеме термо­реле останавливает компрессор. При автома­тической стоянке компрессора за счет внеш­них теплопритоков температура в охлажда­емом объеме повышается до верхнего заданного предела и термореле включает комп­рессор. Следовательно, пуском и остановкой компрессора регулируется его холодопроиз­водительность, а также поддерживается тре­буемая температура в охлаждаемом объеме. С увеличением тепловой нагрузки на холо­дильное оборудование продолжительность ра­боты компрессора увеличивается, а стоянки ­уменьшается.

Использование термореле, термобаллон ко­торого расположен непосредс-твенно в охлаж­даемом объеме, позволяет наиболее точно поддерживать температурный режим (особен­но при принудительной циркуляции воздуха) . Следует учитывать, что изменение темпера­туры воздуха в охлаждаемом объеме обуслов­ливает изменение температуры кипения хлада­гента. Большие тепловые нагрузки или слой инея на испарителе приводят к длительной работе компрессора и снижению давления, а также температуры кипения хладагента. Количество хладагента, циркулирующего в системе в единицу времени, уменьшается и ухудшается охлаждение встроенного элект­родвигателя (если обслуживание. холодиль­ного оборудования осуществляется герметич­ным агрегатом). Поэтому в оборудовании с герметичным агрегатом целесообразно приме­нять термореле, термобаллон которого прижат к трубе испарителя В зтом слу­чае термореле контролирует температуру кипения хладагента, а темпе-ратура в охлаждаемом объеме в результате этого поддерживается косвенно.

В холодильном оборудовании, которое об­служивается агрегатом с герметичным комп­рессором, температура в охлаждаемом объ­еме обычно регулируется косвенно с помощью реле низкого давления. Оно управляет работой компрессора в зависимости от давления хла­дагента в испарителе (рис.7. 2).

Регулирование температуры в охлаждаемом объеме камеры с помощью реле низкого давления



Км – компрессор, ТРВ – вентиль терморегулирующий, И – испаритель, РД - реле низкого давления

Рис.7. 2

Следует отметить, что при увеличении тепловой нагруз­ки или толщины слоя инея на испарителе коэффициент рабочего времени холодильного агрегата повышается. Этот способ регулирова­ния температуры в охлаждаемом объеме позволяет поддерживать необходимые диапа­зоны давления и температуры кипения хлада­гента в испарителе.

7.4.2. Питание испарителя хладагентом [9, с.465]

Эффективная работа испарителя зависит от питания его жидким хладагентом. Недостаточ­ная подача хладагента обусловливает снижение производительности испарителя. Переполнение испарителя жидкостью вызывает залив компрессора, что уменьшает его производительность и может привести к интенсивному уносу мас­ла, а также к гидравлическому удару.

Наиболее распространенным прибором для питания испарителя хладагентом для малогo холодильного оборудования является терморе­гулирующий вентиль. Он регулирует подачу хладагента в испаритель в зависимости от пе­регрева пара на выходе из аппарата и давления в нем. Чем больше тепловая нагрузка на испаритель, тем меньше нужна поверхность для получения заданного перегрева пара хлада­гента на выходе из него и тем выше будет производительность испарителя. Применяют терморегулирую­ший вентиль с внутренним уравниванием (рис. 7.3).

Питание испарителя хладагентом

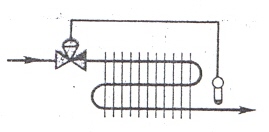


Рис. 7.3

Терморегулируюший вентиль peaгиpyeт на изменение температуры выходящего из испа­рителя пара хладагента с запаздыванием, что объясняется постепенным изменением темпе­ратур сначала всасывающего трубопровода, затем термобаллона и после этого - темпе­ратуры и давления заполнителя термосистемы. При уменьшении тепловой нагрузки на испа­ритель время запаздывания увеличивается. Запаздывание вызывает импульсную работу терморегулирующего вентиля, поэтому в испа­рителе не обеспечиваются стабильные темпе­ратура и давление кипения хладагента. Если произ-водительность терморегулирующего вен­тиля более чем на 30 % превышает тепловую нагрузку на испаритель, давление хладаген­та в испарителе повышается и компрессор работает, потребляя большее количество энер­гии.

В случае стабильной температуры окружающей среды и малоизменяющейся тепло­вой нагрузки на испаритель холодильного оборудования, со встроенным герметичным агрегатом для подачи хладагента можно использовать капиллярную трубку. Так как при авто­матической остановке компрессора давления нагнетания и всасывания почти выравнива­ются, агрегат запускается практически в разгруженном состоянии. Если температура окру­жающей среды существенно повысится, это приведет к повышению давления конденсации, поступлению избыточного количества хладагента в испаритель и попаданию жидкости в компрессор. При значительном понижении температуры окружающей среды заполнение испарителя хладагентом будет недостаточным.

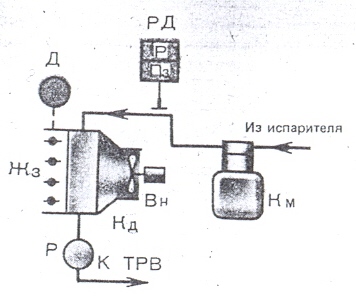
7.4.3. Регулирование давления кипения хладагента [9, с.467]

Простой способ регулирования давления в испарителе с помощью реле низ-кого давле­ния, управляющего работой компрессора, рассмотрен выше (см. рис. 7.2).

7.4.4. Регулирование давления конденсации хладагента [9, с.467]

Схема автоматизации конденсатора воздуш­ного охлаждения холодильного агрегата, расположенного в машинном отделении, где темпе­ратура воздуха нестабильна, показана на рис. 7.4

Схема автоматизации конденсатора воздушного охлаждения



Км – компрессор, Кд – конденсатор, Р – ресивер, Вн – вентилятор, РД - реле давления, Жз – жалюзи, Д – электродвигатель привода жалюзи

Рис. 7.4

Перед конденсатором установлены регулируемые жалюзи Жз с приводом от элект­родвигателя Д. Воздух проходит через жалюзи и просасывается через конденсатор с помощью вентилятора Вн*.* При повышении температуры воздуха перед жалюзи и давления в конденса­торе контакты репе давления РД замыкаются, включая электродвигатель Д. Жалюзи медлен­но открываются, через конденсатор проходит большое количество воздуха, и он интенсивно охлаждается. Давление конденсации хладагента снижается. При уменьшении давления на величину дифференциала реле давления его контакты размыкаются. Электродвига­тель Д останавливается, фиксируя открытое положение жалюзи. Таким образом поддер­живаются стабильные значения давления кон­денсации.

7.4.5. Регулирование производительности компрессора [9, с.472]

Регулирование производительности комп­рессора необходимо для приведения её в соот­ветствие с тепловой нагрузкой на испарители холодиль-ного оборудования. В малых комп­рессорах применять встроенные устройства для регулирования производительности (например, для отжима всасывающих клапанов) нецелесообразно по конструктивным сообра­жениям (конструкция компрессора услож­няется, его надежность снижается) .

Для регулирования производителъности малых компрессоров используют, как правило, внешние устройства. Наиболее распростра­нено регулирование производителъности комп­рессора способом пуска и остановки с по­мощью реле температуры или реле низкого давления (см. рис. 7.2).

7.5.Приборы и средства автоматического регулирования [9, с.483]

В малом холодильном оборудовании приме­няют приборы и средства автоматического регулирования и защиты. Приборы восприни­мают регулируемые параметры: температуру, разность температур, давление, время и др.

По источнику энергии приборы могут бытьпрямого и косвенного действия (с использованием внешней энергии), с двухпозиционным или пропорциональным регулированием. Двухпозиционные приборы и средства автоматического регулирования (реле температу­ры, давления, электромаг-нитные вентили и пр.) находятся в одном из двух положений (замкнуто или разомкнуто, открыто или за­крыто, включено или. выключено). Пропор­циональные приборы (термо- и водорегули­рующие вентили) плавно регулируют параметр от минимального до максимального значения, или наоборот.

Приборы автоматического регулирования поддерживают заданное значение регулируемо­го параметра (заполнение испарителя хлад­агентом, регулирование температуры охлаждаемой среды, давления кипения и конденсации хладагента) .

Приборы автоматической защиты предназначены для остановки компрессора при чрез­мерном повышении давления хладагента в линии нагнетания и опасном понижении давления в линии всасывания.

7.5.1. Терморегулирующие вентили [9, с.483]

Терморегулирующие вентили являются регуляторами прямого действия и предназна­чены для автоматической подачи хладагента в испаритель холодильной машины в зави­симости от перегрева выходящих из испари­теля паров и давления в испарителе. В терморегулирующих вентилях хладагент дросселируется с давления конденсации до давления кипения.

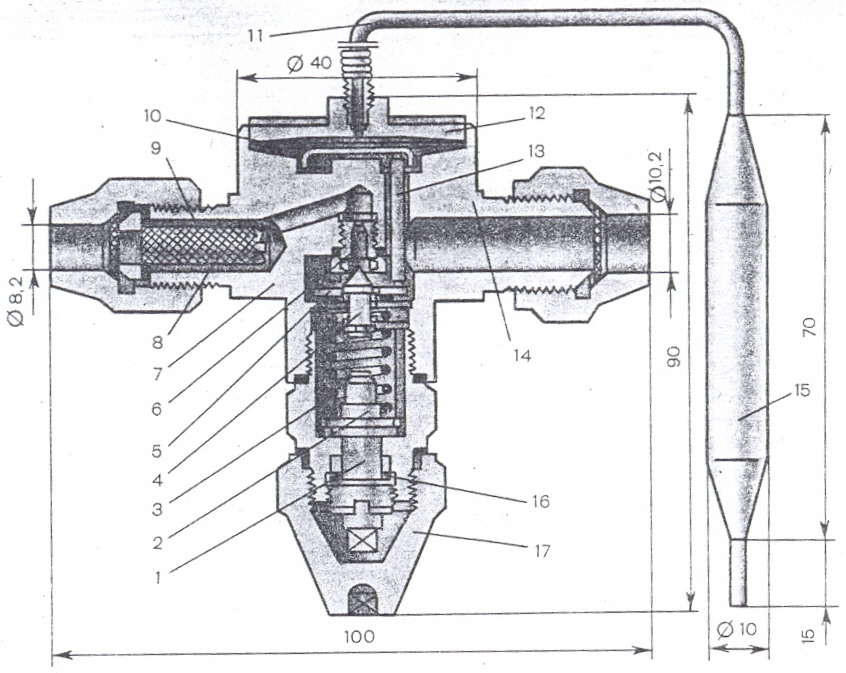
Терморегулирующие вентили могут быть с внутренним и внешним уравниванием.

В ТРВ с внутренним уравниванием типа 22ТРВ-В термочувствительная система за­полнена хладагентом R22. Термочувстви­тельная система терморегулирующих вентиля типа 22ТРВ-В (рис. 7.5) состоит из термобаллона, капиллярной трубки и полости над мембраной.

При увеличении темпера­туры перегрева выходящих из испарителя паров хладагента повышается температура термобаллона, прикрепленного к всасываю­щему трубопроводу у испарителя, и давление в термочувствительной системе терморегули­рующего вентиля повышается. Мембрана, прогибаясь вниз, нажимает на толкатели, кото­рые воздействуют на иглодержатель, сжи­мают пружины и опускают иглу. Проходное сечение между иглой и седлом увеличивается. Хладагент поступает в терморегулирующий вентиль через фильтр, размещенный во вход­ном штуцере, дросселируется в клапане, заполняет корпус и пространство под мембра­ной. Через выходной штуцер хладагент попа­дает в испаритель. При открытии клапана игла опускается до тех пор, пока давление хладагента, заполняющего термочувствитель­ную систему и воздействующего на мембрану сверху, не будет равно сумме давлений хладагента в корпусе ТРВ и пружины.

При остановке компрессора движение па­ров хладагента в испарителе прекратится, температура на выходе из испарителя уравня­ется с температурой кипения хладагента, т. е. перегрев исчезнет. Усилием пружины клапан закроется. Прибор настраивают винтом, кото­рый ввернут в ходовую гайку. Винт уплотнен сальником. Колпачковая гайка предохраняет от возможных утечек хладагента через саль­ник и препятствует обмерзанию сальника.

Терморегулирующий вентиль с внутренним уравниванием типа 22ТРВ-В



1 – винт настройки, 2 – втулка – гайка, 3 – пружина, 4 – игла клапана,

5 – иглодержатель, 6 – седло клапана, 7 – корпус, 8 – фильтр, 9 – входной шту-цер, 10 – мембрана, 11 – трубка капиллярная, 12 – головка вентиля, 13 – толкатель, 14 – штуцер выходной, 15 – термобаллон, 16 – сальник винта наст-ройки, 17 - колпачок

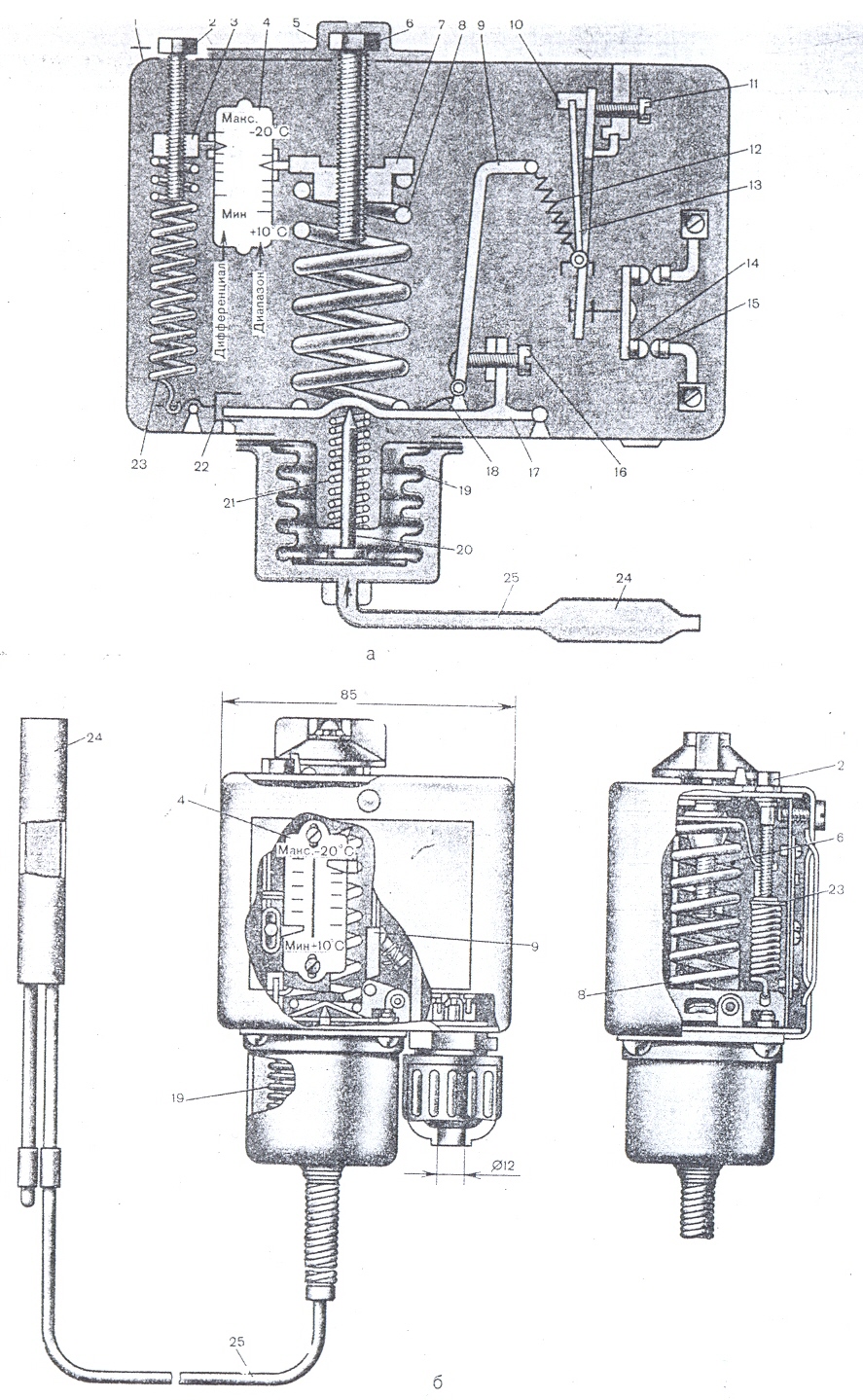
Рис. 7.5

7.5.2. Реле температуры [9, с.488]

Реле температуры применяют в малом хо­лодильном оборудовании для регулирования температуры в охлаждаемом объеме посредст­вом включения и выключения исполнитель­ного механизма (например, электромагнит­ного вентиля перед терморегулирующим вентилем) или пуска и остановки компрессора.

Реле температуры типа ТР. Термочувстви­тельная система реле (рис. 7.6) состоит из термобаллона, соединительного капилляра, сильфона и кожуха сильфона.

Реле температуры ТР-1-02Х



а – схема, б – конструкция; 1 – корпус, 2 – винт настройки дифференциа-ла, 3,7 – гайки, 4 – шкала, 5 – пластина стопорная, 6- винт настройки диапазона,

8 – пружина основная, 9,13,17 – рычаги, 10 – пластина контактная, 11,16 – винты юстировочные, 12 – пружина перикидная, 14,15 – контакты, 18 – пружи-на, 19 – сильфон, 20 – шток, 21 – пружина сильфона, 22 – коромысло, 23 – пружина дифференциала, 24 – термобаллон, 25 – трубка капиллярная

Рис. 7.6

В термочувст­вительной системе находится наполнитель. Термобаллон, помещенный в контролируемую среду, воспринимает ее температуру, от кото­рой зависит давление наполнителя. Действую­щая на сильфон сила давления наполнителя уравновешивается силой упругой деформации основной пружины. При повышении температу­ры среды. давление в термочувcтвителъной системе увеличивается, сильфон сжимается, шток перемещается вверх, преодолевает сопро­тивление пружины и поворачивает угловой рычаг 17 по часовой стрелке вокруг оси. Ког­да свободный конец горизонтальной части уг­лового рычага 17 доходит до верхнего упора в окне коромысла, из него начинает воздейст­вовать пружина дифференциала. Если темпе­ратура повышается на величину установлен­ного дифференциала, то рычаг 17, преодолев усилие пружины дифференциала, с помощью рычага 9 и пружины 12 поворачивает переклю­чающий рычаг 13 контактной группы. В мо­мент, когда геометрическая ось пружины пе­ресекает геометрическую ось переключающего рычага, происходит резкий переброс контакт­ной пластины, в результате контакт замы­кается.

Перекидная пружина верхним концом шар­нирно соединена с вертикальной частью угло­вого рычага 9, нижним - с ушком рычага 13, который усилием этой пружины удерживается на ножевых опорах подвижной контактной пластины.

При понижении температуры контролируе­мой среды давление в термочувствительной системе уменьшается, подвижной конец силь­фона со штоком под действием пружин 8 и 23 перемещается вниз. При этом рычаг 17 поворачивается против часовой стрелки, а ко­ромысло - по часовой стрелке. Когда коромысло доходит до упора, действие пружины 23 на рычаг 17 прекращается, и в дальнейшем рычаг 17 перемещается под воздействием ос­новной пружины. В момент, когда оси пере­кидной пружины и контактной пластины сов­падут, контакты резко размыкаются.

Пружина снабжена гайкой (пробкой) и вин­том настройки диапазона, который выполняет роль задатчика давления срабатывания. Ука­затель. связанный с гайкой задатчика, пока­зывает на шкале давление размыкания кон­такта. Дифференциал настраивают с помощью винта. Величину дифферен-циала определяют по шкале.

В реле температуры степень сжатия основ­ной пружины 8 определяет температуру размы­кания контакта, а степень растяжения пружины 23 - величину дифференциала. У реле температуры контакты размыкаются при понижении контролируемой температуры до величины уставки, определяемой по. шкале диапазона, а замыкаются при повышении этой температуры на величину установленного диф­ференциала.

7.5.3. Реле и регуляторы давления [9, с.493]

В малом холодильном оборудовании при отклонении давления от заданных значений применяют приборы регулирования давления и защиты: реле давления, регуляторы давления конденсации хладагента.

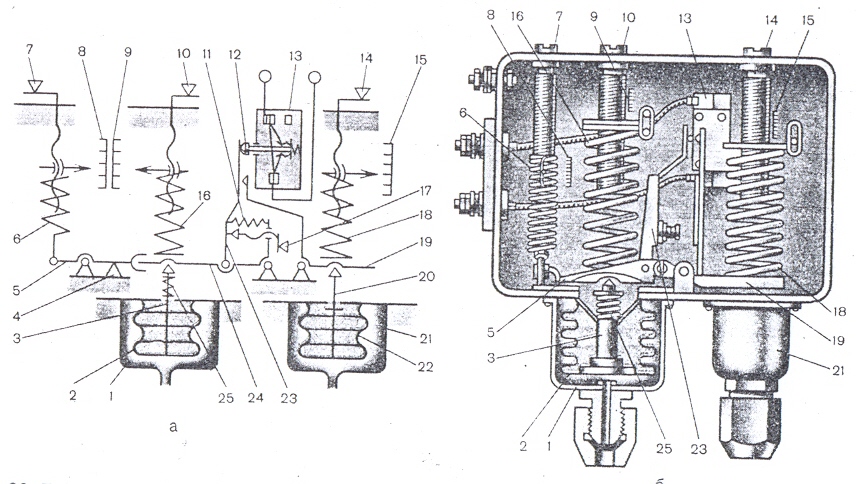
7.5.3.1. Реле давления [9, с.493]

Реле низкого давления пред­назначены для двухпозиционного регули-рова­ния давления хладагента в испарителе или за­щиты компрессора от пониженного давления в линии всасывания. Реле высокого давления осуществляет защиту компрессора от повы­шенного давления хладагента в линии нагнетания.

Двухблочное репе давления Д220-11 общепромышленного ис­полнения. Его применяют для одновре­менного контроля давления R22 в линиях вса­сывания н нагнетания холодильной машины. Схема и конструкция прибора показаны на рис. 7.7.

Блок низкого давления состоит из сильфона 2, заключенного в кожух 1, штока 3, двух шарнирно связанных рычагов 23 и 24, взаимное расположение которых опре­деляется винтом 17, а также пружинами узла настройки давления размыкания и дифферен­циала. В состав блока высокого давления вхо­дят сильфон 22, помещенный в кожух 21, рычаг 19 и механизм настройки давления размыкания.

Двухблочное репе давления Д220-11



а – схема, б – конструкция; 1,21 – кожухи сильфонов; 2,22 – сильфоны, 3,20 – штоки сильфонов, 4 – упор, 5 – коромысло, 6 – пружина дифференциала блока низкого давления, 7 – винт настройки дифференциала блока низкого давления, 8 – шкала дифференциала блока низкого давления, 9 – шкала диапазона блока низкого давления, 10 - винт настройки диапазона блока низкого давления, 11 – пружина, 12 – кнопка, 13 – микропереключатель, 14 – винт настройки диапазона блока высокого давления, 15 – шкала блока высо-кого давления, 16 – пружина блока низкого давления основная, 17 – винт юс-тировочный, 18 - пружина блока высокого давления основная, 19,23,24 – рыча-ги, 25 – пружина штока

Рис. 7.7

В полость между кожухами и сильфонами подаются контролируемые низкое и высокое давления. При понижении давления всасыва­ния сильфон 2 растягивается, подвижное дно его со штоком 3 перемешается вниз, рычаги 23 и 24 под действием пружины 16 поворачи­ваются против часовой стрелки. Рычаг 23 освобождает кнопку быстродействующего микропереключателя, и контакт размыкается.

При движении рычага 24 против часовой стрелки коромысло поворачивается по часо­вой стрелке до упора. В дальнейшем рычаг 24 свободно перемещается в окне коромысла, и, таким образом, к моменту размыкания контактов пружина дифференциала перестает работать. Если давление всасывания повышает­ся, то сильфон 2 сжимается, шток 3 переме­щается вверх, преодолевает сопротивление ос­новной пружины и поворачивает рычаги 23 и 24 по часовой стрелке. Рычаг 24, дойдя до упора в окне рычага дифференциала, включает в работу пружину. При этом рычаг 23, преодолев усилие пружины 6, нажимает кнопку микропереключателя и замыкает контакт. Дав­ление, при котором контакт размыкается, оп­ределяется усилием сжатия пружины 16,а величина дифференциала - усилием растяжения пружины 6. При повышении давления нагнетания сильфон 22 сжимается, его подвижное дно вместе со штоком 20преодолевает усилие основной пружины 18, перемещается вверх и поворачивает рычаг 19 против часовой стрелки. Если контакт реле замкнут (давление блока низкого давления выше ус­тановленного), то вертикальное плечо рычага­ 19, преодолев усилие пружины 11, отжима­ет рычаг 23 от микропереключателя. Контакты реле размыкаются.

При понижении давления нагнетания ры­чаг 19 под действием основной пружины 18 поворачивается по часовой стрелке. При этом рычаг 23 с помощью пружины 11 занимает первоначальное положение и контакт замы­кается.

Настройку давления срабатывания блока низкого давления осущест-вляют, изменяя на­тяжение пружины 16 винтом 10.При враще­нии винта гайки, на которой жестко закреплен верхний конец пружины 16, изменяется ее на­тяжение, что приводит к размыканию кон­такта при другом давлении. Изменяя растя­жение пружины 6 винтом 7, дифференциал блока низкого давления устанавливают по шкале.

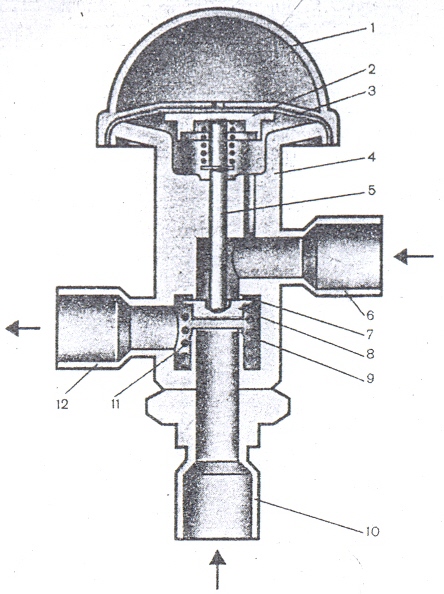
Настройку давления срабатывания блока высокого давления осуществляют винтом, при вращении которого изменяется натяжение пру­жины. Стрелка шкалы указывает на давление размыкания контакта блока высокого давле­ния. Дифференциал блока высокого давления не регулируется. Таким образом, контакты реле размыкаются при понижении контролируемого давления блока низкого давления и повыше­нии контролируемого давления блока высоко­го давления, а замыкаются при увеличении контролируемого давления блока низкого давления и уменьшении контролируемого дав­ления блока высокого давления на величину дифференциала.

**7**.5.3.2. Регуляторы давления конденсации [9, с.500]

Регуля­торы давления конденсации применяют для стабилизации давления конденсации хладаген­та в холодильных установках с наружным рас­лоложением воздушного конденсатора:

Регулятор давления конденсации типа HP фирмы "Алко контролз" (США) показан на рис. 7.8.

Регулятор давления конденсации типа HP (США)



1 – головка, 2 – грибок, 3 – мембрана, 4 – корпус, 5 – щиток, 6,10,12 – штуцера, 7 – седло верхнее, 8 – клапан, 9 – седло нижнее, 11 - пружина

Рис. 7.8

Сверху головка регулятора запол­нена инертным газом. От остальной части при­бора она отделена мембраной. Шток соединяет грибок, опирающийся на мембрану, с клапа­ном, на который снизу воздействует пружина. Штуцер 6 соединен с нагнетательной линией, штуцер 12 - с ресивером, штуцер 10- с жидкостным патрубком конденсатора воздушно­го охлаждения.

В теплое время года, когда давление кон­денсации достаточно высоко, клапан находит­ся в верхнем положении, закрывая верхнее седло, так как пар хладагента из линии нагнетания, поступающий в прибор через штуцер 6 и через отверстие в корпусе, отжимает мем­брану вверх. Жидкий хладагент из конденсатора через штуцер 10*,* зазор между нижним седлом и клапаном и через штуцер 12 посту­пает в ресивер.

В холодное время года, когда давление конденсации снижается, под воздействием давления инертного газа в головке мембрана прогибается вниз, шток опускается и клапан перекрывает нижнее седло, при этом верхнее седло открывается. Циркуляция жидкого хлад­агента из конденсатора в ресивер прекращает­ся, а с нагнетательной линии пар хладагента через штуцер 6, верхнее седло и штуцер 12 прибора поступает в ресивер, поднимая в нем давление хладагента до номинального значе­ния (1,34+\_0,09 МПа для R22).

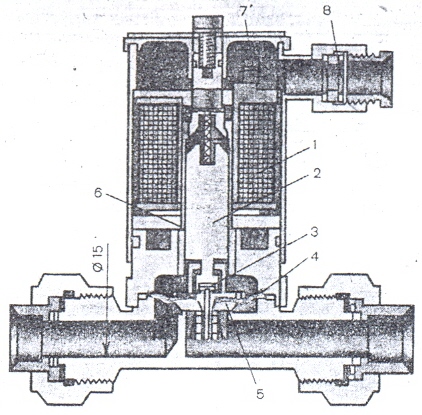
7.5.3.3. Электромагнитные вентили [9, с.502]

Электромагнитный вентиль относится к ав­томатической запорной арматуре двухпозици­онного действия с электрическим дистанционным управлением. Вентиль предназначен для автоматического открывания и закрывания прохода в трубопроводах хладагента, xладо­носителя и воды.

Различают три конструктивные схемы элек­тромагнитных вентилей: прямого, непрямого и комбинированного действия. В вентиле пря­мого действия клапан перемешается непо­средственно электромагнитом. Вентиль непря­мого действия имеет два клапана: основной и вспомогательный. Вспомогательный клапан приводится в действие непосредственно элект­ромагнитом, а основной клапан открывается за счет разности давлений среды на мембрану. Открытие основного клапана в вентиле комби­нированного действия осуществляется в ре­зультате совместного действия электромагнита и мембранного привода.

Электромагнитный вентиль комбинированного действия. Катушка элек-тромагнита (рис. 7.9) надета на герметичную трубку из немагнитного материала, закрытую стальной пробкой ("стопом").

Электромагнитный вентиль комбинированного действия 13С803р



1 – катушка электромагнита, 2 – сердечник, 3 – клапан вспомогательный, 4 – мембрана, 5 – клапан основной, 6 – гильза, 7 – клемма, 8 – ввод сальнико-вый электрокабеля

Рис. 7.9

Мембрана разделяет внутреннюю полость вентиля на две части: подмембранную и надмембранную. Если ка­тушка электромагнита отключена, то сердеч­ник находится в нижнем положении, вспомогательный клапан перекрывает малое седло. Подаваемая через калиброванное, отверстие рабочая среда заполняет надмембранную полость. Основной клапан прижимается к боль­шому седлу вследствие перепада давлений на входе и выходе из вентиля.

При подаче тока в катушку электромагни­та сердечник притягивается к пробке "Стоп" и вспомогательный клапан (сервоклапан) от­крывает малое седло. Давление в надмембран­ной полости понижается. Одновременно сер­дечник выступом захватывает заплечики основного клапана. на который воздействуют силы давления на мембрану и тяги электро­магнита. При соответствующем подборе сечения калиброванного отверстия во вспомога­тельном клапане основной клапан плавно от­крывается.

После отключения электромагнита сердеч­ник перекрывает малое седло, а основной клапан под действием сил тяжести и пружины опускается на большое седло.

В электромагнитном вентиле мембрана и электромагнит оказывают комбинированное воздействие на клапан, в результате чего кла­пан открывается при нулевом перепаде давлений на входе и выходе из вентиля.

7.6. Автоматическое управление [2, с.275]

Автоматическое управление позволяет выполнять пуск или останов­ку компрессоров (насосов, вентиляторов), замену работающих элемен­тов оборудования резервными, производить вспомогательные операции (оттаивание инея с поверхности воздухоохладителя илибатарей, выпуск воздуха). Управление работой холодильных камер производится с помощью мик­ропроцессорных пультов (рис. 7.10), а для холодильных установок, где возможно несанкционирован-ное вмешательство лиц, не имеющих отношение к данному технологическому процессу, предусматриваются на­стройка и управление холодильной установкой с помощью пульта ди­станционного управления (рис. 7.11).

Пульт управления холодильной установкой

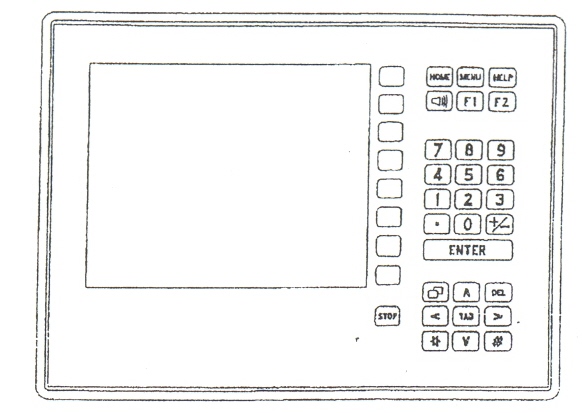


Рис. 7.10

Пульт дистанционного управления холодильной установкой

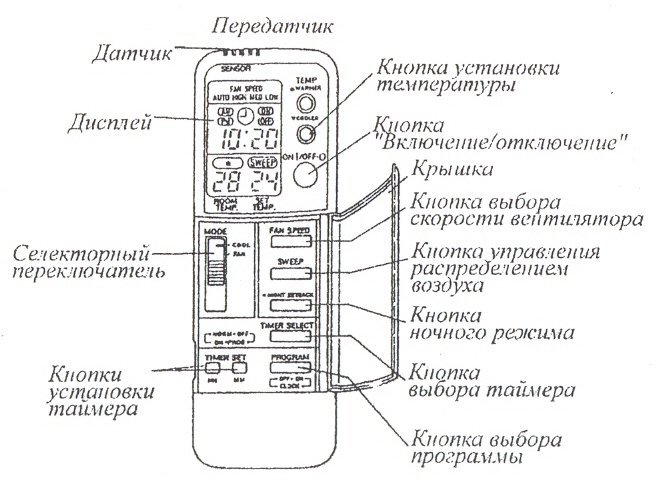


Рис. 7.11

8.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

8.1. Введение к разделу

Объектом для проектирования является испытательная термокамера. Термо­камера предназначена для испытания изделий промышленности на воздействие отрицательных и положительных температур в определенных диапазонах, с заданной скоростью их изменения и определенной точностью поддержания.

В проекте показана целесообразность применения термокамеры ТТ -60/80­-

195ТК в связи с усовершенствованием процесса, оборудования и автоматиза­ции, что позволяет сэкономить на электроэнергии и получить заданную темпера­туру в короткое время.

В экономической части дипломного проекта приведены расчеты экономи-

ческой эффективности термокамеры.

8.2. Стоимость изготовления термокамеры

Таблица 8.1

Сравнительная стоимость термокамеры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статьи | Стоимость термокамеры ТХ-210, руб. | Стоимость термокамеры  ТТ-60/80-195ТК (проектной), руб. |
| Материалы  Изготовление  Сборка, испытание | 34130  162850  70590 | 31750  151430  63220 |
| Итого | 267570 | 246400 |

Расчет капитальных затрат термокамеры ТХ-210

Расчет стоимости базовой установки.

- транспортные расходы - 5%

267570·0,05=13378,5 руб.;

- заготовительно-складские расходы - 3 %

267570·0,03=8027,1 руб.;

- стоимость запасных частей - 1 %

267570·0,01=2675,7 руб.;

- стоимость монтажа оборудования - 1 %

267570·0,01 =2675,7 руб.;

- затраты на электромонтажные работы - 0,1%

267570·0,001=267,6 руб.

Общая стоимость установки:

Стт. кап. = 267570+13378,5+8027,1+2675,7+2675,7+267,6 = 294594,6 руб.

Расчет капитальных затрат термокамеры ТТ-60/80-195ТК

Расчет стоимости проектируемой установки.

Стоимость изготовления испытательной термокамеры ТТ -60/80-195ТК

По данным 000 «Термотехника», составляет 246400 руб.

Для расчета итоговой стоимости определяем:

- транспортные расходы - 5%

246400·0,05=12320 руб.;

- заготовительно-складские расходы - 3%

246400·0,03=8027,1 руб.;

- стоимость запасных частей - 1 %

246400·0,01=2464 руб.;

- стоимость монтажа оборудования - 1 %

246400·0,01=2464 руб.;

- затраты на электромонтажные работы - 0,1%

246400·0,001=246,4 руб.

Общая стоимость установки:

Стх. кап = 246400+ 12320+8027,1+2464+2464+246,4 = 271921,5 руб.

8.3. Организация планово-предупредигельного ремонта [ 13, с. 7]

8.3.1 Ремонтные нормативы

Таблица 8.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Вид  ремонта | Периодичность,  час. | Простой,  час. | Трудоемкость,  чел-час |
| Испытательная  термокамера | ТР | 1440 | 20 | 30 |
| КР | 17280 | 30 | 50 |

8.3.2 Структура ремонтного цикла

Количество КР (Nкp) за ремонтный цикл определяется по формуле:

,

где Ц - длительность ремонтного цикла, ч;

Мкр - межремонтный период между двумя очередными капитальными ремон­тами, ч;



Количество текущих ремонтов (Nтp) за ремонтный цикл определяется по формуле:

,

Мтр - межремонтный период между двумя очередными текущими ремонтами, ч;



Таблица 8.3

Количество ремонтов разного вида за ремонтный цикл

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оборудование | Количество ремонтов за ремонтный цикл | |
| КР | ТР |
| Термокамера | 1 | 11 |

8.3.3 Расчет годового объема ремонтных работ[ 13, с. 7]

Количество соответствующих ремонтов определяется по формуле:

,

где Qоб - количество единиц однотипного оборудования; Qоб = 1;

Кэ - коэффициент использования оборудования по календарному времени; Тк - календарное время в году, Тк = 8760 ч;

Nрц - число ремонтов, соответствующего вида за ремонтный цикл.

,

где Тном = 8760 ч; Тэфф = Т – Трем ;

Трем = 11·20+ 1·30 = 250 ч,

где 11- количество текущих ремонтов;

20 ч - простой на ТР (периодичность 1440 ч.);

1 - количество капитальных ремонтов;

30 - простой на КР (периодичность 17280 ч);

Тэфф = 8760 - 250 = 8510 ч.

,

.

8.3.4 Годовые трудозатраты на ремонты соответствующего вида для термокамеры

Годовые трудозатраты на ремонты соответствующего вида для термокамеры определяются в чел-час. (Тр,год) по формуле:

Тр,год = n·Тр,

где Тр -нормативная трудоемкость одного ремонта соответствующего вида, чел-час.

Расчет объема трудозатрат по видам ремонтных работ следует проводить, используя данные табл. 8.4 о структуре трудозатрат на ремонт.

Таблица.8.4

Структура трудозатрат на ремонт оборудования, %

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Виды ремонта | Виды ремонта | | |
| Слесар. | Станочн. | Прочие |
| Капит. | 70 | 20 | 10 |
| Текущий | 80 | 10 | 10 |

Результаты расчета годового объема ремонтных работ на средний год для термокамеры приведены в табл. 8.5.

Таблица.8.5

Общий объем ремонтных работ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид ремонта | Трудо-  емкость  одного  ремонта | Количество  ремонтов  в год | Общий  объем  ремонтных  работ | В том числе | | |
| слесарных | станочных | прочие |
| ТР | 30 | 11 | 330 | 264 | 33 | 33 |
| КР | 50 | 1 | 50 | 35 | 10 | 5 |
| Итого | | 12 | 380 | 299 | 43 | 38 |

8.3.5 Расчет численности ремонтных рабочих [13, с. 8]

На основании определенных общих трудозатрат на проведение ремонтов и ТО в чел-час. среднего разряда работ рассчитывается списочный состав рабочих, за­нятых техническим обслуживанием и ремонтом оборудования. Численность ре­монтного персонала (Р) рассчитывается по формуле:

,

где Тр,год - годовые трудозатраты на ремонт оборудования, чел-ч;

Ф - годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

Кц - коэффициент, учитывающий объем работ, выполняемых централизо-ванным методом (принимаем 0,95);

Коп - коэффициент, учитывающий участие в ремонте обслуживающего пер­- сонала (принимаем 0,8);

Кнп - коэффициент, учитывающий проведение непланового ремонта (принимаем 1,1);

Кв - коэффициент, учитывающий перевыполнение нормированных заданий

(принимаем 1,05);

Годовой фонд времени ремонтного рабочего (Ф) определяется на основе ба­ланса рабочего времени, который зависит от режима работы, числа планируемых невыходов по различным причинам, продолжительности рабочего дня.

Таблица 8.6

Баланс рабочего времени одного рабочего в год.

|  |  |
| --- | --- |
| Статья баланса | Прерывная пятидневная неделя |
| Одна смена 8 часов |
| 1. Календарное число дней в году | 365 |
| Выходные и нерабочие дни согласно графику сменности | 105 |
| Праздничные дни | 12 |
| 2. Номинальный фонд рабочего времени | 248 |
| 3. Невыходы на работу по причинам: |  |
| Очередные и дополнительные отпуска | 28 |
| Болезни | 6 |
| Выполнение государственных и общественных обязанностей | 2 |
| Итого невыходов, дни | 36 |
| 4. Действительный фонд рабочего времени, дни | 212 |
| 5. Действительный фонд рабочего времени, ч | 1696 |

чел.,

чел.

8.3.6 Расчет количества станков и станочников.

На основе фонда времени станка (Фст,год) и трудозатрат на станочные работы

(Тр.ст,год) рассчитывается необходимое число станков (S):

;

Фст,год = (Тк − В − П − tр)·Тсм·С,

где В - число выходных дней в году;

П - число праздничных дней в году;

tр - число дней в году, занятых плановым ремонтом станков (20);

Тсм - продолжительность смены, ч;

С - количество смен в сутки.

Тр.ст,год = 43 чел-ч

Фст,год = ( 365 − 105 − 12 − 20)·8·1 = 1824ч.;

шт..

Списочное количество рабочих-станочников определяется по формуле:

Рст = S·Нобс·С·Кп,

где Нобс - норма обслуживания (количество станков на одного человека в смену);

S - количество станков;

С - количество смен в сутки;

Кп - коэффициент подмены.

Коэффициент подмены - коэффициент перехода от явочного количества рабочих к списочному - рассчитывается как отношение годового фонда рабочего времени станка при односменной работе к годовому фонду времени работы ста­ночника в днях или часах.



Рст = 0,02 ·1·1·1,07 = 0,02 чел.

Рпр= PΣ−Рсл −Рст = 0,18-0,14-0,02 = 0,02 чел.

8.3.7 Расчет фонда заработной платы рабочих, занятых в плановом ремонте оборудования [13, с. 10]

Для расчета фонда заработной платы рабочих (ремонтников) используются рассчитанные выше данные о списочном количестве рабочих и затратах рабочего времени на год, а также действующие тарифные условия и показатели премиро­вания. Годовой фонд заработной платы складывается из основной и дополнитель­ной заработной платы. В основную заработную плату ремонтных рабочих вклю­чается: тарифный фонд рабочих, премии из фонда заработной платы, выплаты по районному коэффициенту, выплаты за вредное производство.

Фонд зарплаты по тарифным ставкам рассчитывается путем умножения числа планируемых человеко-часов на тарифную ставку соответствующего раз­ряда.

Ремонтные рабочие оплачиваются в основном по повременно-премиальной системе. Размер премий рабочим принимаем 20% тарифного фонда.

На основную зарплату начисляется районный коэффициент, учиты-вающий местонахождение предприятия (15%).

В фонд дополнительной зарплаты при проектировании включается оплата отпусков и невыходов в связи с выполнением государственных и общественных обязанностей.

При проектировании дополнительная заработная плата принимается в зави­симости от продолжительности отпуска и невыходов в связи с выпол-нением об­щественных и государственных обязанностей, в размере 10% от фонда основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

Отчисления на социальное страхование определяются процентом от суммы ос­новной и дополнительной заработной платы рабочих; для химических предпри­ятий - 26 %: пенсионный фонд (20%); медицинское страхование (2,8%); социальное страхование (3,2%).

Таблица 8.7

Расчет годового фонда з/платы ремонтных рабочих оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ремонтные рабочие | Тарифный разряд | Списочное число рабочих | Отработан-  ное время,  чел/час | | Система оплаты труда | Тарифная ставка, руб./час | Фонд основной заработной  платы | | | | Фонд допол зар.платы , руб.(10%) | Итого | Отчисления на социальные нужды | Всего фонд зар.  платы,руб.с отчислениями |
| Одного рабочего | Всех рабочих | Фонд платы по тарифу | Премия (20%) | Итого | Итого учетом  район. коэф. |
| Слесари | 4 | 0,14 | 1696 | 237,44 | Повременно-премиальная | 45 | 10684,8 | 2136,96 | 12821,76 | 14745,04 | 1474,5 | 16219,54 | 4217,08 | 20436,62 |
| Станоч-  ники | 4 | 0,02 | 1696 | 33,92 | 45 | 1526,4 | 305,28 | 1831,68 | 2106,43 | 210,64 | 2317,07 | 602,44 | 2919,51 |
| Тех.  персо-  нал | 4 | 0,02 | 1696 | 33,92 | 45 | 1526,4 | 305,28 | 1831,68 | 2106,43 | 210,64 | 2317,07 | 602,44 | 2919,51 |
| Итого | | 0,18 | 1696 | 305,28 |  | | 13737,6 | 2747,52 | 16485,1 | 18957,9 | 1895,79 | 20817,7 | 5412,6 | 26203,3 |

8.3.8 Расчет затрат на ремонты в год.

Затраты на проведение ремонтов определяют сметами. При отсутствии их можно использовать способ укрупненных показателей. За укрупненный показатель принимают удельный вес всех видов годовой зарплаты рабочих, занятых на плановых ремонтах, в общей сумме затрат на все ремонты в год. За норматив принимают усредненный показатель в размере 30 %.

Затраты на ремонты в год составят: 26203,3/0,3=87344,3 руб.

8.3.9. Расчет затрат на капитальный ремонт

Расчет затрат на капитальный ремонт (сметно-финансовый расчет) производится на основании дефектной ведомости. Такой расчет требует много времени, поэтому при проектировании используют укрупненный показатель: удельный вес объема капитального ремонта в объеме всех ремонтов в год.

Исходя из суммы затрат на все ремонты в год и доли капитального ремонта в общем объеме работ, определяются затраты на его проведение.

Затраты на капитальный ремонт составят: 87344,3·0,132 = 11529,4 руб.

8.3.10 Расчет затрат на обслуживание установки

Расчет количества обслуживающего персонала.

Режим работы: три смены по 8 часов.

Годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

Тр,об = Тк -Трем ,

где Тр,об - годовой фонд рабочего времени оборудования, ч;

Трем- простой оборудования в ремонте, ч.

ч.

Годовой фонд времени оператора определяется на основе баланса рабочего времени, который приведен в таблице 8.8.

Таблица 8.8

Баланс рабочего времени одного оператора в год

|  |  |
| --- | --- |
|  | Три смены  по  8 часов |
| 1. Календарное число дней в году  - выходные и нерабочие дни  2. Номинальный фонд рабочего времени  3. Heвыxoды на работу по причинам:  - очередные и дополнительные отпуска  - болезни  - выполнение государственных и общественных обязанностей | 365  91  274  24  6  2 |
| Итого невыходов, дни | 32 |
| 4. Действительный фонд рабочего времени, дни  5. Действительный фонд рабочего времени, ч | 242  1936 |

Число операторов на установке определяется по формуле:

Чоп = Нобс·Кп·с,

где Нобс - норма обслуживания, Нобс = 1;

с - количество смен в сутки, с=3;

Кп - коэффициент подмены.

,

где Фоп - время работы в год одного оператора, час.



Тогда число операторов будет Чoп=1·1,48·3=4,44 чел.

Таблица 8.9

Расчет списочной численности операторов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наимено- | Количество | Явочное число | | Коэффициент | Списочное |
| ванне про- | смен в сутки | В смену | В сутки | подмены | число |
| фессии |  |  |  |
| Оператор | 3 | 1 | 1 | 1,48 | 5 |

Расчет годового фонда заработной платы операторов приведен в таблице 8.10.

Таблица 8.10

Расчет годового фонда заработной платы оператора

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обслуживающий персонал | Тарифный разряд | Списочное число рабочих | Отработан-  ное время,  чел.-час | | Система оплаты труда | Тарифная ставка, руб./час | Фонд основной заработной платы, руб. | | | | | | Фонд дополнительной заработной  платы, руб.(10%) | Итого | Отчисления на социальные нужды,  руб.(26%) | Всего годовой фонд заработной платы, руб. (с отчислениями) |
| Одного рабочего | Всех рабочих | Фонд оплаты по тарифу | Премия(20%) | Надбавка за ночное и  вечернее время | Надбавка за праздничные  дни(3%) | Итого | Итого с учетом районного  коэффициента (15%) |
| Оператор | 4 | 5 | 1936 | 9680 | Повременно-  премиальная | 45 | 435600 | 87120 | 58080 | 13068 | 593868 | 682948,2 | 68294,8 | **751243** | 195323,18 | **946566,18** |

8.3.11 Расчет энергетических затрат

Потребность в электроэнергии для двигательных целей может быть определена по формуле:

,

где Е – потребное количество электроэнергии, кВт-час;

Муст – установленная или номинальная мощность, кВт;

Кс- коэффициент спроса, определяющий максимальное электро-потребление, Кс = 0,6-0,8;

Т – число часов работы при максимальной нагрузке;

КПДсети – коэффициент полезного действия сети, КПДсети = 0,96-0,98:

КПДдвиг - коэффициент полезного действия двигателя.

Потребное количество электроэнергии в год:

- для базового варианта

кВт-час

- для проектного варианта

 кВт-час

8.4 Основные технико-экономические показатели [14, с. 58]

Расчет термокамеры ТХ-210 (аналог).

Расчет производится по статьям:

8.4.1. Затраты на электроэнергию

Зэ = Е·Цэ,

Цэ= 1,62 руб. - цена 1 кВт·ч (средняя цена по России).

Зэ = 19554·1,62 = 31677,5 руб.

8.4.2. Заработная плата основных производственных рабочих

Фоп,з/пл. = 751243 руб.

8.4.3. Oтчисления на социальные нужды

Сотч,оп*=* 195323,18 руб.

8.4.4. Расходы на содержание и эксплуатацию термокамеры.

- затраты на ремонты в год

Зрем = 87344,3 руб.

в том числе:

Заработная плата ремонтных рабочих

Фзп,рем=20817,7 руб.

Отчисления на социальные нужды

Сотч,рем=5412,6руб.

- амортизация оборудования при норме 12%

За = Соб·0,12 = 294594,6·0,12 = 35351,1 руб.;

- прочие расходы 100% от заработной платы ремонтных рабочих

Рп = Фзп,рем·1 = 20817,7 ·1 = 20817,7 руб.

8.4.5. Накладные расходы 10% от заработной платы основных рабочих

Нр = 0,1·751243 = 75124,3 руб.

Сг.э.тх= 31677,5 +751243 +195323,18+87344,3 +35351,1 +20817,7 +75124,3 =

1196881 руб.

Расчет термокамеры ТТ -60/80-195ТК

При расчете себестоимости годовой эксплуатации проектируемой камеры зара­ботная плата ремонтных рабочих, расходы на содержание оборудование остаются прежними. Изменяются лишь следующие статьи:

-затраты на электроэнергию:

Зэ = 27375,4·1,62 = 44348,1 руб.;

- затраты на амортизацию, при норме 12%

За = 271921,5·0,12 = 32630,6 руб.

Сг.э.тт = 44348,1 +751243 +195323,18+87344,3 +32630,6 +20817,7 +75124,3 =

1206831,1 руб.

Расчет экономической эффективности

Расчет себестоимости 1 МДж холода, производимого установкой ТХ-210

,

где gпр - количество производимого холода,

Количество холода, затраченного на охлаждение 22 кг ( объем каме­ры 0,21м³) продукции за 1 цикл:

g пр,тх = М·с·(tн – tк),

где М - масса продукции, кг;

с - теплоемкость продукции, Дж/(кг·К);

tн, tк*-* температура охлаждения начальная и конечная.

g пр,тх = 22·500·(25-(-60)) = 935000 Дж = 0,935 МДж.

Время, затраченное на охлаждение 22 кг продукции за 1 цикл:

,

где Qтх - холодопроизводительность, Вт

с.

Количество циклов в год:

 цикла

 руб./МДж

Расчет себестоимости 1 МДж холода, производимого проектируемой уста­-

новкой ТТ -60/80-195ТК.

Количество холода, затраченного на охлаждение 22кг ( объем каме-ры 0,195м³) продукции за 1 цикл:

gпр,тт = 22·500·(25-(-60)) = 935000 Дж = 0,935 МДж.

Время, затраченное на охлаждение 22 кг продукции за 1 цикл:



с.

Количество циклов в год:

 циклов.

 руб./МДж

Расчет окупаемости проектируемой камеры ТТ -60/80-195ТК

Расчет условно-годовой экономии:

ЭУСЛг = (Сан – Сп)·gпр·n = (77 – 44,5)·0,935·28998 = 881176,7 руб.

Расчет окупаемости:

года.

Коэффициент экономической эффективности:



Калькуляция себестоимости эксплуатации термокамеры

Таблица 8.11

Калькуляция себестоимости холода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Затраты на аналог | | Затраты на проект | |
| Статьи | (15543,44 МДж/год) | | (27113,13 МДж/год)) | |
|  | за 1 МДж | за 1 год | за 1 МДж | за 1 год |
| 1.Затраты на электроэнергию | 2,05 | 31677,5 | 1,63 | 44348,1 |
| 2.Заработная плата основная и допол-  нителъная основных производствен-  ных рабочих |  |  |  |  |
| 48,33 | 751243 | 27,7 | 751243 |
|  |  |  |  |
| 3 .Начисления на заработную плату |  |  |  |  |
| основных производственных рабочих | 12,56 | 195323,18 | 7,2 | 195323,18 |
| в фонды: пенсионный, медицинского, |
| социального страхования и др. |  |  |  |  |
| 4. Затраты на ремонт | 5,62 | 87344,3 | 3,23 | 87344,3 |
| 5.Затраты по статье «Амортизация |  |  |  |  |
| основных средств» 12% от капиталь- | 2,27 | 35351,1 | 1,2 | 32630,6 |
| ных вложений |  |  |  |  |
| 6.Прочие расходы на содержание и эксплуатацию оборудования 100% от заработной платы ремонтных рабочих | 1,34 | 20817,7 | 0,77 | 20817,7 |
| 7.Накладные расходы 10% от заработной | 4,83 | 75124,3 | 2,77 | 75124,3 |
| платы основных рабочих |
| 8. Себестоимость | 77 | 1196881 | 44,5 | 1206831,1 |

Таблица 8.12

Технико-экономические показатели

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели |  | Единица | Термокамера | Термокамера | проект  аналог , % |
|  |  | измере- | ТХ-210 | ТТ -60/80-195ТК |
|  |  |  |
|  |  | ния | (базовая) | (проектная) |  |
| 1.Годовой объем производства | | МДж | 15543,44 | 27113,13 | 174,4 |
| 2.Капитальные вложения | | руб. | 294594,6 | 271921,5 | 92,3 |
| 3. Фонд заработной платы | | руб. | 20817,7 | 20817,7 | 100 |
| ремонтных рабочих |  |
| 4. Численность ремонтных | | чел. | 0,18 | 0,18 | 100 |
| рабочих |  |  |
| 5.Зар. плата ремонтника | | руб. | 9638 | 9638 | 100 |
| в месяц |  |  |  |  |  |
| 6. Фонд заработной платы | | руб. | 751243 | 751243 | 100 |
| оператора |  |
| 7. Численность основных | |  | 5 | 5 | 100 |
| производственных рабочих | | чел. |
| 8.Зар. плата оператора в месяц | | руб. | 12520 | 12520 | 100 |
| 9.Затраты на электроэнергию | | руб. | 31677,5 | 44348,1 | 140 |
| 10.Себестоимость 1МДж | | руб./МДж | 77  2,05  48,33  5,62 | 44,5  1,63  27,7  3,23 | 57,8 |
| холода  в том числе:  - затраты на электроэнергию  -заработная плата основная и дополнительная основных производственных рабочих  - затраты на ремонт | |  | 79,5  57,3  57,5 |
| 11. Себестоимость годовой | | тыс.руб. | 1196,88 | 1206,83 | 100,8 |
| эксплуатации |  |  |  |  |  |
| 12.Количество циклов в год | | цикл | 16624 | 28998 | 174,4 |
| 13 . Условно-годовая экономия | | руб. | - | 881176,7 | - |
| 14. Окупаемость термокамеры | | год | - | 0,3 | - |
| 15.Коэффициент | экономиче- |  |  | 3,3 | - |
| ской эффективности |  | - | - |

8.5. Выводы к разделу

В данном дипломном проекте представлены мероприятия по разработке термокамеры. Предусмотрены мероприятия по автоматизации и механизации технологических процессов.

В данном разделе представлены расчеты экономической эффективности (себестоимость 1МДж холода, себестоимость годовой эксплуатации, услов­но-годовая экономия).

При интенсификации процесса, происходит увеличение количества воз­можных циклов, что позволяет снизить себестоимость 1МДж холода, и оку­пить капитальные вложения на изготовление термокамеры в течение 0,3 го­да.

9. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

9.1. Постановка проблемы

В Постановлении Правительства РФ от 17 ноября 2001 г. № 796 (с изме­нениями от 29 декабря 2001 г.) «О федеральной целевой программе «Энерго­эффективная экономика» на 2002-2005 гг. и перспективу до 2010 г.» сформу­лирована задача - снизить энергоемкость отраслей экономики России путем перевода экономики России на энергосберегающий путь развития за счет все­мерного использования энергосберегающих технологий и оборудования, при этом должно обеспечиваться снижение негативного воздействия на окру­жающую природную среду как объектов ТЭК, так и энергопотребляющих производств.

Уровень эффективности энергоиспользования является своего рода инди­катором научно-технического и экономического потенциала страны, позво­ляющего минимизировать издержки общества на удовлетворение своих энер­гетических потребностей. Большое негативное влияние на эффективность энергоиспользования оказывают энергорасточительство и бесхозяйствен­ность, плохо налаженный и необустроенный соответствующий аппаратурный учет и контроль использования топлива и энергии, а также недогрузка произ­водственныx мощностей из-за спада объемов производства в последние годы.

Более высокая энергоемкость экономики России связана и с ее климатически­ми особенностями. Энергозатратность производств всё в большей степени оп­ределяется постоянно возрастающей долей устаревших производственных фондов, изношенностью оборудования.

На различных предприятиях затраты электроэнергии на выработку холо­да, согласно проектным данным, должны составлять 25-30% общего количе­ства потребляемой электроэнергии, а фактически, по данным прямых замеров, они достигают 50-60%. В дальнейшем доля энергозатрат может даже увели­чиваться в связи с постоянной тенденцией к снижению температур хранения или испытания и интенсификацией процесса.

Одним из направлений проекта является проведение комплекса програм-ных энергосберегающих мероприятий, позволяющих снизить стоимость эксплуатации холодильного оборудования.

9.2. Анализ существующего положения

Вопросы снижения энергозатрат в настоящее время приобретают перво­степенное значение в связи с уменьшением мировых запасов топлива и еже­годным увеличением производственных мощностей предприятий.

При потреблении холода перерасход электроэнергии может быть обу-­

словлен:

- повышенными теплопритоками из-за повреждения или увлажнения изоляции ограждающих конструкций камер холодильной установки;

- отсутствием защиты кровли, южных и западных сторон ограждений;

- потерями холода через дверные проемы;

- недостаточной емкостью аккумуляторов холода;

- перегрузкой камер продукцией.

Так перерасход электроэнергии в среднем на 3,5% является следствием повышения температуры конденсации на 1 ºС. Повышение температуры кон­-денсации вызвано:

- наличием воздуха в холодильной системе - на 15 ºС;

- образование льда на трубах испарительного конденсатора толщиной всего в 1,5 мм - на 2,8 ºС;

- неравномерный обдув воздухом испарителя - на 1,5ºС.

Одновременное действие всех факторов, влияющих на повышение темпе­ратуры конденсации, может привести к перерасходу электроэнергии более чем на 60%.

9.3. Мероприятия по энергосбережению

Расход электроэнергии на работу холодильной установки складывается из затрат электроэнергии на привод компрессоров и вентиляторов в аппаратах подвода и отвода теплоты.

Наибольшая составляющая затрат энергии приходится на приводы ком­прессоров. Нормирование расхода электроэнергии при выработке холода осуществляется в зависимости от уровня температур, на котором подводится теплота, с учетом параметров рабочего тела, определенных по характерным точкам рабочего цикла холодильной машины, изображенного в тепловой диа­грамме. Нормирование расхода электроэнергии на действующих предприяти­ях необходимо проводить индивидуально с учетом особенностей и конструк­ции холодильной установки, способов подвода и отвода теплоты в ее аппара­тах, плотности тепловых потоков при условии обеспечения режимов холодильной технологии.

Главным мероприятием по снижению потребления электроэнергии на производство холода является автоматический контроль и регулирование пара-метров установки в сочетании с высокоэффективной изоляцией.

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. На хладоновых холодильных установках должны контро­лироваться и фиксиро-ваться следующие параметры:

- температура охлаждаемой среды в холодильно-технологическом оборудовании;

- давление всасывания хладагента в компрессор;

- температура и давление кипения хладагента в испарителе;

- температура всасывания хладагента в компрессор;

- температура и давление нагнетания хладагента компрессором;

- температура и давление конденсации хладагента;

- температура наружного воздуха;

Перечисленный перечень контролируемых параметров является ми­нимальным, который необходим для обеспечения снижения потребления электроэнергии на производство холода.

9.4. Оценка эффективности мер по энергосбережению

Затраты на электроэнергию, потребляемую термокамерой (аналогом) в год:

Зэ. =Nэ ·Тэфф·Цэ,

где Nэ - потребляемая мощность термокамеры, кВт;

Тэфф - эффективный фонд рабочего времени, ч/год;

Цэ= 1,62 руб. - цена 1 кВт·ч (средняя цена по России).

Зэ.а.= 2,5·8468·1,62 = 34295,41 руб./год.

Затраты на электроэнергию проектируемой термокамерой (с учетом того, что у данной камеры потребляемая мощность Nэ = 3,5 кВт)

Зэ.п.= 3,5·8468·1,62 = 48013,5 руб./год.

Увеличение расхода электроэнергии обусловлено применением в проекти­руемой термокамере более мощных компрессоров, что влечет за собой увели­чение холодопроизводительности установки и количества испытательных цик­лов в год в 1,74 раза, при этом снижается удельный расход электроэнергии на единицу вырабатываемого холода с 2,05 до 1,63 руб./МДж.

9.5. Выводы к разделу

Рассмотренное мероприятие является среднезатратным. Предлагаемая замена морально и физически устаревшего теплообменного оборудования на современное, а также другие мероприятия дают существенный производи­тельный эффект, повышают надежность работы технологической схемы и улучшают условия труда обслуживающего персонала.

10. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

10.1. Введение к разделу

Объектом для проектирования является испытательная термокамера. Тер­мокамера предназначена для испытания изделий промышленности на воздействие отрицательных и положительных тем­ператур в определенных диапазонах, с заданной скоростью их изменения и оп­ределенной точностью поддержания. Термокамера изготовлена по проекту, от­вечающему требованиям действующих нормативно-технических документов.

Целью проектирования является не только достижение требуемой произ­водительности и качества проводимого испытания, но и обеспечение высокого уровня безопасности эксплуатации и обслуживания производственного обору­дования, а также улучшение условий труда.

В данном разделе доказывается, что применение хладагентов R22 и R23 являются экологически безопасным и не оказывает вредного воздействия на обслуживающий персонал при соблюдении техники безопасности.

10.2. Безопасность проекта

10.2.1. Основные опасности производства и условий труда

Получение низкоотриицательных испытательных температур в камере, яв­ляется следствием использования каскадной схемы на фреонах R22 и R23.

Наиболее часто фреоны представляют собой соединения четырех элементов: углерода, водорода, фтора и хлора. Последние три определяют многие из важ­нейших свойств, в частности горючесть, токсичность, время жизни в атмосфере.

Учитывая многочисленные свойства хладагентов, с тем чтобы обеспечить высокие энергетические и эксплуатационные характеристики низкотемпера­турных установок, им свойственны:

- токсичность, воздействие на людей и животных;

- запах;

- горючесть и взрывоопасность:

- прямое воздействие на глобальное потепление;

- влияние на озоновый слой Земли;

- химическая стабильность;

- коррозионная активность;

- легкость в обнаружении утечек.

Утечка хладагента возможна в узлах соединения трубопроводов (некаче­ственная пайка) или при заправке системы фреоном.

Безопасность хладагента - важнейший вопрос при его выборе.

Токсичность - это относительное свойство, которое проявляется, если соз­дается опасная степень концентрации данного вещества в воздухе.

Фреоны R22 и R23 относятся к I группе - высокотоксичные хладагенты, которые способны вызвать смерть или нанести серьезный вред здоровью чело­веку при относительно небольшой концентрации или при нахождении челове­ка в такой атмосфере сравнительно короткое время

При вдыхании воздуха с большим содержанием этих газов появляются признаки отравления, а при вытеснении ими воздуха человек погибает от уду­шья. Жидкий R22 ,попадая на кожу, может вызвать отморожение, а попадаю в глаза - повредить их. При нагревании может разлагаться с образованием ядо­витыx веществ. Все эти опасности возрастают с увеличением количества холо-дильного агента в системе. Предельно допустимые концентрации (ПДК) фрео­нов, применяемых в проекте, согласно [15] составляет 3000мг/м³.

Присутствие хладона в машинном отделении, производственныx помещении, холодильной камере определяют с помощью газоанализаторов и сигнализаторов, датчики которых находятся в местах, в которых утечка хлада­гента наиболее вероятна. При достижении концентрацией хладона в воздухе порогового значения включается световая или звуковая сигнализация. Утечки хладона можно обнаружить течеискателем или по масляным пятнам, по присутствию красителя, если он введен в хладагент.

Работа термокамеры отличается высоким уровнем автоматизации техно­логических процессов. Все технологические линии оборудованы автома­тическими панелями управления, имеют блокировки и системы ава­рийной остановки.

Такой уровень автоматизации повышает безопасность ведения технологического процесса.

В случаях неисправности электрооборудования, нарушения изоляции, от-сутствия заземления, имеется опасность поражения электрическим током, кото-рая увеличивается в сырых помещениях.

Вредными производственными факторами, вредно влияющими на организм человека, являются шум и вибрация при работе компрессора.

10.2.2. Электробезопасность

Согласно требованиям [16] электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией установки;

- техническими способами и средствами защиты;

- организационными и техническими мероприятиями.

10.2.2.1. Обеспечение электробезопасности конструкцией установки.

Конструкция испытательной термокамеры разработана таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовала требо-ваниям электробезопасности.

10.2.2.2.Обеспечение электробезопасности техническими способами и средства­ми защиты.

Для обеспечения оптимальной защиты от поражения электрическим то­ком целесообразно применять технические способы и средства в сочетании друг с другом.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям термокамеры применены следующие способы и средства:

- безопасное расположение токоведущих частей;

- изоляция токоведущих частей;

- защитное отключение.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при при­косновении к металлическим нетоковедущим частям установки, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, согласно [17] применены следующие способы:

-защитное заземление;

- защитное зануление;

- контроль изоляции.

3ащитное заземление следует выполнять преднамеренным электрическим соединением металлических частей электроустановок с "землей" или её эквива­лентом.

В качестве заземляющих устройств электроустановок должны использо­-

ваться естественные заземлители.

3ануление следует выполнять электрическим соединением металлических частей электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имею­щие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность.

В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников следует ис­пользовать специально предназначенные для этой цели проводники, а также металлические строительные, производственные и электромонтажные конст­рукции.

В соответствии с [17] защитное заземление или зануление электроуста-новок следует выполнять:

- при номинальном напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и

выше постоянного тока - во всех случаях;

- при номинальном напряжении от 42 В до 380 В переменного тока и от 110 В до 440 В постоянного тока при работе в условиях с повышенной опасно­стью и особо опасных.

В электроустановках до 1000 В с заземленной нейтралью с целью обес­печения автоматического отключения аварийного участка проводимость фаз­ных и нулевых защитных проводников должна быть такой, чтобы при замы­кании на корпус возникал ток короткого замыкания, превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя. В 1,4 и в 1,25 раз относительно тока установки автоматического выключателя с номинальным током до 100 А и более 100 А соответственно в соответствии с [18].

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены вы­воды однофазного источника питания электроэнергией, с учетом естественных заземлителей и повторных заземлителей нулевого провода должно быть не бо­лее 4 Ом при межфазном напряжении 380 В.

При включении различного рода электрооборудования необходима про­верка целостности изоляции, кабеля, надёжности крепления заземления и пус­ковых устройств. С целью профилактики производится инструментальная про­верка исправности электрооборудования и заземления 1 раз в год.

10.2.2.3. Организационные и технические мероприятия по обеспечению элек-тробезопасности.

Для обеспечения электробезопасности при работе термокамеры должны

выполняться следующие организационные мероприятия:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;

- организация надзора за проведением работ;

- установление рациональных режимов эксплуатации термокамеры.

10.2.3. Пожарная безопасность

Помещение, где может располагаться камера, согласно [19], от­носится к категории «Д», т. к. в нем обращаются негорючие вещества и материалы.

Причинами возникновения аварий, взрывов или пожаров на холодильных установках, которые не только приводят к нарушению нормаль-ной эксплуата­ции, порче технологического оборудования, трубопроводов и изоляции, но и к несчастным случаям, являются несоблюдение правил по устройству оборудования и коммуникаций и их эксплуатации.

Основные причины следующие:

- неисправная электропроводка;

- неаккуратное обращение с огнем;

- возгорание из-за разлива агрессовых жидкостей.

В соответствии с [20] на территории предприятия завода предусмотрена система противопожарного водоснабжения. В помещении пре­дусматривается внутренний противопожарный водопровод с пожарными гид­рантами.

В помещениях также находятся первичные средства тушения пожаров:

- огнетушители типа ОХП-3, ОХП-5, ОУ-8;

- ящики с песком для тушения загорания связанного с электричест-вом и кислотами;

- асбестовое одеяло.

В помещениях должны быть вывешены технологические и электрические схемы, должностные и эксплуатационные инструкции, плакаты и наглядные пособия по технике безопасности. Помещение также должно быть оборудова­но электрической пожарной сигнализацией, телефоном.

Территория и подъезды должны содержаться в чистоте и свободные к про­езду. Из зданий предусмотрены эвакуационные выходы.

Пожаро- и взрывоопасность ХФУ (хлор-, фторсодержащих углеводо-родов) заметно снижается с уменьшением чис­ла атомов водорода в молекуле холодильного агента и возрастанием числа ато­мов хлора, фтора. Так R22 и R23 не воспламеняются и не взрывоопасны.

10.2.4. Защита от шума и вибрации

Шум на производстве наносит большой экономический и социальный ущерб. Неблагоприятно воздействуя на организм человека, он вызывает пси­хические и физиологические нарушения, снижающие работоспособность и создающие предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и про­изводственного травматизма.

Для защиты от шума выполняются мероприятия по уменьшению шума в источнике его образования посредством изоляции звукопоглощающими или звукоизолирующими материалами. Кроме того, данный фактор определяется рациональностью размещения технологического оборудования, акустической обработкой помещений.

Изоляция источников шума включает такие средства, как звукоизоли­рующие ограждения, кожухи, кабины.

В случаях, когда не удаётся снизить уровень шума до допустимых преде­лов, применяют индивидуальные средства защиты. В качестве средств защиты от шума в соответствии с [21] используются мягкие противо­шумныe вкладыши, вставляемые в уши, тампоны из ультратонкого волокна или жёсткие из резины или эбонита. Также применяются наушники, шлемы .

В соответствии с [22] виброизоляция осуществляется путем установки источников вибрации на виброизоляторы, а также применением гибких вставок в коммуникациях воздуховодов; использованием упругих про­кладок в узлах крепления механизмов, воздуховодов, и т.д.

Для уменьшения вибрации кожухов, ограждений и других деталей, вы­полненныx из стальных листов, на них наносят вибропоглощающий слой, рас­сеивающий энергию колебаний.

Для защиты рук от воздействия локальной вибрации, согласно [23]*,* применяют рукавицы или перчатки следующих видов: со специ­альными виброзащитными упруго-демпфирующими вкладышами, полностью изготовленные из вибразащитного материала, а также виброзащитныe про­кладки или пластины, которые снабжены креплениями к руке. Для защиты от вибрации, передаваемой человеку через ноги, рекомендуется носить обувь на войлочной или толстой резиновой подошве.

Уровень шума рабочих зонах производственных помещений - 80 дБл. допустимое значение для данного вида деятельности составляет 65 дБл.

10.2.5. Промышленное освещение

Промышленная освещенность - это использование световой энергии для обеспечения зрительных условий на производстве.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение про­изводственных помещений оказывает положительное психофизическое воз­действие на работающих, способствует повышению эффективности и безопас­ности труда, снимает утомление, уменьшает травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояния зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, по­вышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

В производственных помещениях приемлемо естественное освещение ­через световые проёмы в наружных стенах; световой коэффициент (СК) дол­жен быть в пределах 1:6 - 1:8. В бытовых помещениях СК должен быть не меньше 1:10. Коэффициент естественного освещения (КЕО) должен быть пре­дусмотрен с учетом характера труда и зрительного напряжения.

Расчет естественной освещенности производится по формуле:

Sо= S п× Е п×К 3 ×Nо×К3д,

100 ×Тo *×*Т1

где Sо - площадь световых проемов;

Sn - площадь пола помещения;

Еn - коэффициент естественной освещенности;

Кз - коэффициент запаса;

No - световая характеристика окон;

Кзд - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими здания-ми;

ТО - общий коэффициент светопропускания;

Т1 - коэффициент отражения от поверхности помещения.

В результате расчета получаем требуемую площадь световых проемов окон Sо.

При недостаточном естественном освещении используют искусственное освещение. Оно создается электрическими источниками света - люминесцент­ными лампами. При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и ок­ружающих предметах. Т.к. требуется постоянное общее наблюдение за ходом технологического процесса то освещенность должна быть в соответствии с [24] не менее 1500 лк.

Нормирование искусственной освещенности производится согласно [25] с учетом разряда зрительных работ (размеры объекта различе­ния, цвета фона, величина контраста между объектом и фоном) и типа освеще­ния (общее и комбинированное).

10.2.6. Микроклимат

Одним из необходимых условий нормальной трудовой деятельности чело­века является обеспечение правильных микроклиматических условий в произ­водственном помещении. Нормальное тепловое самочувствие человека дости­гается, когда его тепловыделение полностью воспринимается окружающей средой. В этом случае температура внутренних органов человека остается по­стоянной.

Микроклимат, или метеорологические условия, производственных поме­щений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется дейст­вующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и ско­рости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

В соответствии с [26] значения температуры, относи­тельной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести вы­пoлняeмoй работы, величины избытков явного, выделяемого в помещении, теп-ла и периода времени. Под явным теплом понимается тепло, поступающее в помещение от оборудования, отопительных приборов, нагретых материалов и других источников, которое воздействует на температуру воздуха в помеще­нии.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Микроклимат производственного помещения согласно [26] , где находит-ся данное оборудование, которое обслуживается одним аппаратчиком (категория тяжести работы - легкая l б), должен соответствовать следующим нормам:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| -период года | Холодный | Теплый |
| -температура воздуха, ºС | 21-23 | 22-24 |
| - температура поверхностей \*, ºС | 20-24 | 21-25 |
| - относительная влажность воздуха, % | 40-60 | 40-60 |
| - скорость движения воздуха, м/с | 0,1 | 0,1 |
| - площадь помещения на одного рабочего (минимальная), м² | 6 | 6 |

\* Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников:

|  |  |
| --- | --- |
| Облучаемая поверхность тела, % | Интенсивность теплового |
|  | облучения, Вт/м², не более |
| 50 и более | 35 |
| 25 - 50 | 70 |
| не более 25 | 100 |

Эффективным средством обеспечения надлежащих параметров микро­климата рабочей зоны является вентиляция. Вентиляция - это организованный воздухообмен, заключающийся в удалении из рабочего помещения загрязнен­ного воздуха. Вентиляция системы должна создавать на рабочих местах, в ра­бочей и обслуживающих зонах метеорологические условия, чистоту воздуш­ной среды, соответствующую санитарным нормам, не должны увеличивать взрыво- и пожароопасность, не способствовать распространению взрыва, по­жара и продуктов горения в другие помещения.

В зависимости от назначения вентиляции может быть приточной и вы­тяжной. Вытяжная вентиляция служит для удаления из помещений загрязнен­ного воздуха и выброса его за пределы цеха или корпуса, а приточная – для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаленного. В помещении, где оборудована термокамера имеется приточная-вытяжная вентиляция.

Отопление предусматривается общезаводское.

10.3. Экологичность проекта

Как известно, экология - наука об отношениях растительных и животных организмов и образуемых ими сообществ между собой и окружающей средой. Объектами экологии могут быть популяции организмов, виды, сообщества, эко­система и биосфера в целом. В наше время в связи с загрязнением окружающей среды усилившимся влиянием человека на природу экология приобрела, особое значение. Осознав угрозу экологического кризиса - критического состояния ок­ружающей среды, угрожающего существованию людей, человечество все боль­ше внимания уделяет рационализации использования основных природных ре­сурсов: воды, воздуха, почвы, растительного и животного мира.

В настоящее время выделяют следующие глобальные (актуальные для всего человечества) экологические проблемы:

-изменение климата Земли в результате выброса в воздух веществ, природ­ная концентрация которых достаточна мала;

-замусоривание и иное изменение космического пространства;

-общее ослабление стратосферного озонного экрана в результате выброса в атмосферу окисла азота (результат сгорания горючего самолетов), фреонов;

- загрязнение атмосферы с образованием кислотных осадков;

-загрязнение океана;

-радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Экологичность проекта заключается в применении мероприятий по предот­вращению отрицательного воздействия на человека и среду окружающую его.

Задачи сбережения озонового слоя Земли, снижения последствий глобаль­ного потепления расширили требования к холодильным агентам. К ним, прежде всего, относятся экологические: низкая озоноразрушающая способность; по возможности существенно более низкий потенциал глобального потепления; не­горючесть; взрывобезопасность и нетоксичность.

Экологические требования к технологическим процессам проводится, глав­ным образом, через [27], [28] и другие документы, в которых инженерно-технические решения увязаны с экологическим нормативом. Экологический норматив преду­сматривает обязательные условия сохранения структуры и функций экосистемы, а также всех экологических компонентов, которые жизненно необходимы при хозяйственной деятельности человека. Эколог-ический норматив определяет сте­пень максимально допустимого вмеша-тельства человека в экосистемы.

[28] регламентирует конструктивные решения проектирования зданий, где может эксплуатироваться камера; требования, предъявляемые к теп­лоизоляционным материалам, отоплению и вентиляции в помещении.

Независимо от степени автоматизации термокамеры и наличия регулирую­щих и защитных устройств, все аппараты, работающие под давлением, оснаще­ны необходимыми контрольно-измерительными приборами и предохранитель­ными устройствами. Их назначение - обеспечить контроль за параметрами рабо­ты камеры и предотвратить выход параметров за пределы безопасных значений. В обязательный перечень контрольно-измерительных приборов входят маномет­ры, термометры и указатели уровня.

10.4. Чрезвычайные ситуации

Возможные ЧС техногенного характера - это промышленные аварии с разрушением технических систем, зданий, сооружений с человеческими жерт­вами, выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ), пожары, взрывы аварии на транспорте (ж/д, авто) ЧС природного характера: лесные пожары, наводнения и половодья, землетрясения, а также инфекционные за­болевания (эпидемии).

Способы защиты при ЧС техногенного характера:

- при пожарах: вызов пожарной команды, и тушение пожара персона-лом боевого расчета ДПД цеха;

- ликвидация источников загорания (кабельный отсек, водород).

При авариях с выбросом АХОВ:

- укрытие персонала в защитных сооружениях;

- эвакуация людей, использование СИЗ;

- проведение химических и медико-биологических мероприятий за-щиты. При ЧС природного характера: организация оповещения населения о ЧС,

укрытие в защитных сооружениях, оказание первой медицинской помощи,

проведение аварийно-спасательных работ.

При наводнении следует подняться на верхние этажи или на крышу цеха. В случае землетрясения следует немедленно покинуть помещение. Если вый­ти невозможно, нужно встать в дверном или оконном проеме. Находясь на улице, постараться как можно быстрее отойти от здания.

Получив предупреждение об урагане, необходимо прекратить работы, за­крепить оборудование, которое может пострадать от урагана, и спрятаться в убежищах или укрытиях.

Для управления объектом при возникновении чрезвычайной ситуации не-обходимо отключить питание всех электропотребителей, за исключением ава­рийного освещения, остановить технологический процесс. В ближайшие сроки необходимо установить причину возникновения опасной ситуации, предотвра­тить поражение обслуживающего персонала. Данную работу на предприятии осуществляет начальник ГО и ЧС совместно с пожарной охраной предприятия и со службой ЧС города. Руководство ГО несет персональную ответственность за организацию и осуществление мероприятий ГО, создание и обеспечение со­хранности накопленных фондов индивидуальных и коллективных средств за­щиты и имущества, а также за подготовку сил и средств ликвидации ЧС, обу­чение населения и персонала предприятия к действиям в ЧС на ведомственных территориях и объектах.

У начальников ГО объектов рабочим аппаратом являются штабы, ком­плектуемые штатными работниками и должностными лицами, не освобожден­ными от своих основных обязанностей. Штаб является органом управления начальником ГО объекта, на который возлагается:

- организация и обеспечение непрерывного управления ГО при любых авариях, катастрофах и стихийных бедствиях;

- своевременное оповещение служб, рабочих, служащих и населения, при­ле-гающих населенных пунктов о возникновении ЧС;

- разработка плана ГО;

- осуществление мероприятий по защите трудового коллектива;

- обучение личного состава формирований ГО, рабочих и служащих;

- поддержание в постоянной готовности сил и средств для действий в ЧС.

Для организации проведения специальных мероприятий ГО и ЧС, подго­товки сил и средств, управления ими при проведении спасательных и других неотложных работ создаются службы: связи и оповещения; охраны общест­венного порядка; противопожарная; аварийно-техническая; убежищ и укры­тия; медицинская; противорадиационной и противохимической защиты; авто­транспортная; материально-технического снабжения и др.

Количество служб определяется начальником ГО объекта в зависимости от специфики предприятий и наличие структурных подразделений для их ор­ганизации.

После удаления опасных факторов и угрозы поражения работающих в со­ответствии с распоряжением начальника штаба ГО и ЧС можно возобновить технологический процесс.

10.5. Выводы к разделу

10.5.1. В данном разделе описаны основные опасности, существующие при эксплуатации испытательной термокамеры, вредные производственные фак­торы и их влияние на человека. Помещение, где эксплуатируется камера, должно соответствовать требованиям техники безопасности и нормам условий труда. Вентиляция и освещение должны быть смонтированы с учетом всех требований, в помещении должна поддерживаться оптимальная для обслужи­вания установки температура.

Безопасность проекта заключается в применении мероприятий по предот­вращению отрицательного воздействия хладагентов на человека и среду ок­ружающую его путем автоматизации оборудования и наличия регулирующих, защитных устройств, соблюдение мер пожаро -, взрыво -, электробезопасности.

10.5.2. Элекrpобезопасностъ должна обеспечиваться согласно [16]. К защит­ным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроуста­новок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряже­ния, электрозащитные средства, сигнализация и плакаты. Защитное заземление и защитное зануление обеспечивается в соответствии с [17].

10.5.3. Пожаробезопасность должна обеспечиваться согласно [20].

10.5.4. Защита от шума и вибраций должна обеспечиваться в соответствии с [21], [22]. Индивидуальная защита рук от виб­рации должна обеспечиваться согласно [23] .

10.5.5. Промышленная освещенность должна обеспечиваться, исходя из об-щих положений [25] .

10.5.6. Микроклимат в рабочей зоне должен обеспечиваться требованиями к вентиляции и отоплению производственных помещений, приемлемыми для работы термокамеры и обслуживающего персонала. Требования исходят из общих положений [26] и [28] .

10.5.7. Для уменьшения усиленного влияния деятельности человека на окру­жающую среду должны предусматриваться мероприятия по защите окружаю­щей среды от отходов производства, очистке выбросов и стоков.

Отходы производства, которые могут оказать вредное воздействие на окружающую среду, должны быть обезврежены.

Для уменьшения воздействия опасности вредных факторов могут исполь­зоваться индивидуальные и коллективные средства защиты.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) фреонов, применяемых в проекте, согласно [15] не должна превышать 3000мг/м³.

10.5.8. При возникновении чрезвычайной ситуации на производстве по пе­реработке пластмасс должно быть отключено питание всех электропотребите­лей, за исключением аварийного освещения и остановлен технологический процесс. В ближайшие сроки должна быть установлена причина возникнове­ния опасной ситуации. После удаления опасных факторов и угрозы поражения работающих в соответствии с распоряжением начальника штаба ГО и ЧС тех­нологический процесс должен быть восстановлен. должны быть предусмот­рены эвакуационные выходы из цеха или здания.

ЗAКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана испытательная термокамера объемом 0,195 м³ с диапазоном температур от -60ºС до 80ºС.

В проекте рассчитан рабочий цикл и рассмотрена схема с необходимым оборудованием для функционирования термокамеры.

Описаны требования, предъявляемые к хладагентам и свойства рабочих веществ.

Приведены расчеты холодильной установки, на основе которых подобра­но основное стандартное оборудование и разработано новое.

Описана автоматизация камера с приборами автоматического регулирова-ния и защиты.

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта.

В разделе «энергосбережение» рассмотрена производственная эффектив-ность замены устаревшего оборудования новым, более мощным.

Согласно проведенному технико-экономическому обоснованию проекта определена себестоимость годовой эксплуатации термокамеры – 1206,83 тыс. руб., количество циклов в год - 28998, условно-годовая экономия – 881176,7 руб. и окупаемость капитальных затрат термокамеры - 0,3 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курылев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. Холодильные уста­новки. 2-е изд., стереотип. СПб.: Политехника, 2002.576 с.

2. Румянцев Ю.Д., Колюнов В.С. Холодильная техника: Учеб. Для ву­зов.- СПб.: Изд-во «Профессия», 2003. 360с.

3. Кондрашова Н.Г., Лашутина Н.Г. Холодилъно - компрессорные маши-ны и установки. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1984. 335с.

4. Бараненко А.В., Бухарин Н.Н., Пекарев В.И. и др. Холодильные машины. СПб.: Политехника, 1997. 992с.

5. Кошкин Н.Н., Сакун И.А., Бамбушек Е.М. Холодильные машины. Л.:

Машиностроение, 1985. 510с.

6. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической тех­нологии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия, 1991. 496с.

7. Бабакин Б.С. Хладагенты, масла, сервис холодильных систем: Монография. - Рязань: Узорочье. 2003. 470с.

8. Павлов К.Ф, Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 10-е изд., перераб. и доп. Л.: Химия, 1987. 576с.

9. Зеликовский И.Х Малые холодильные машины и установки. Справоч-ник. Л.:Машиностроение, 1989. 676с.

10. Кошкин Н.Н., Сакун И.А., Бамбушек Е.М. Тепловые и конструктив-ные расчеты холодильных машин. Л.:Машиностроение, 1976. 464с.

11. Богданов С.Н., Иванов О.П,, Куприянова А.В. Холодильная техника: Свойства веществ: Справочник. 2-е изд. Л.:Машиностроение, 1976. 168с.

12. Быков А.В. Холодильные компрессоры: Справочник. Л.:Машино-строение, 1992. 365с.

13. Организация и планирование производства. Управление предприяти-ем: Методические указания к выполнению курсового проекта. Н.М. Треть­якова. Свердловск:УПИ, 1988.

14. Авилов В.А., Иоффе Р.М., Центовский М.Г. Экономическое обосно­вание дипломных проектов. К.: 1963. 98с.

15. ГН 2.2.5.1827-03.ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

16. ГОСТ 12.1.019-79(2001). ССБТ. Электробезопасность. Общие требо-вания и номенклатура видов защиты.

17. ГОСТ 12.1.030-81(2001). ССБТ. Электробезопасность. Защитное за-земление. Зануление.

18. ГОСТ 12.4.155 - 85. Устройства защитного отключения. Классифи­кация Общие технические требования.

19. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

20. ГОСТ 12.1.004-91(1999). ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требова­ния.

21. ГОСТ 12.1.029-80(2001). Средства и методы защиты от шума.

22. ГОСТ 12.1.012-90(1996). ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования .

23. ГОСТ 12.4.002-97. ССБТ. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.

24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественно- му, искусственному и совмещенному освещению.

25. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.

26. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату

производственных помещений.

27. ГОСТ Р 12.2.142-2000. ССБТ. Системы холодильные холодопроиз­водительностью свыше 3.0кВт. Требования безопасности.

28. СНиП 2.11.02-87.Холодильники