

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Указатели уровня жидкости, термометры и манометры

Эти аппараты относятся к контрольно-измерительным приборам.

Уровень воды и рассола контролируют посредством водомерных стекол или поплавков с указателями. Уровень жидкого

холодильного агента в испарителях, отделителях жидкости, ресиверах контролируют по-разному: в аппаратах на стороне высокого давления установки, где температура насыщения жидкости обычно выше температуры окружающего воздуха (например, в линейных ресиверах) — мерными стеклами Клингера; в аппаратах на стороне низкого давления эти стекла не могут показывать уровень жидкости вследствие вскипания холодильного агента. Уровень жидкого аммиака в испарителе приблизительно можно определить по образованию снеговой шубы на вертикальной неизолированной металлической трубке, концы которой соединены с паровым и жидкостным пространством. По закону сообщающихся со-

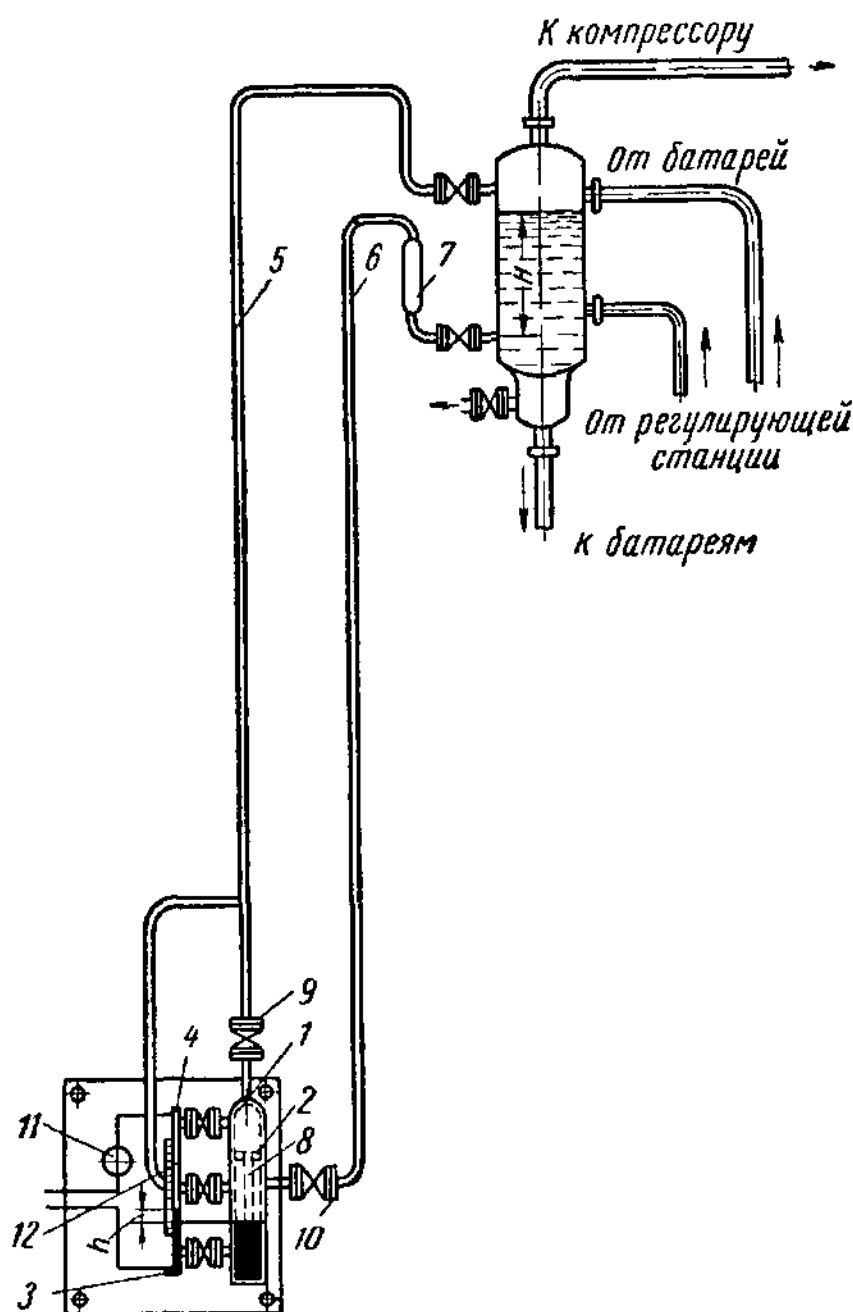


Рис. 92. Дистанционный указатель уровня жидкости

судов жидкий аммиак в трубке будет на том же уровне, что и в испарителе.

Более точно уровень жидкости в этих аппаратах определяют с помощью гапсометра — дистанционного ртутного указателя уровня жидкости (рис. 92).

Гапсометр устроен следующим образом. Стальной баллон 1 внутри имеет поперечную перегородку 2 с приваренной к ней трубкой 8. Этой перегородкой баллон делится на две неравные части. К угловым вентилям, расположенным вверху и внизу баллона, присоединена стеклянная трубка 12, имеющая два электроконтакта и снабженная шкалой. К верхнему контакту 4 прикреплена стальная проволока диаметром 0,4—0,5 мм, опущенная в трубку 12 до отметки, соответствующей максимальному уровню жидкости в аппарате. К нижнему контакту 3 прикреплена другая проволока.

Баллон соединяется с аппаратом (испарителем или отделителем жидкости) трубками: верхняя часть баллона с паровым пространством — трубкой 5, нижняя часть с жидкостным пространством — трубкой 6. Баллон заполняется ртутью до отметки 0, нанесенной на корпусе баллона и шкале.

Соединительные трубки 5 и 6 заполнены перегретыми парами холодильного агента, так как жидкость, попавшая сюда, испаряется и выдавливается обратно в аппарат. Давление в трубке 6, соединяющей баллон с жидкостным пространством, больше, чем в трубке 5, на величину столба жидкости H . Следовательно, соединительные трубки служат для передачи этой разности давлений. Поэтому гапсометр можно располагать на любом расстоянии от аппарата и в любом месте.

Под влиянием более высокого давления в трубке 6 часть ртути из баллона перейдет в стеклянную трубку 12. Когда ртуть в ней поднимется до нижнего конца стальной проволоки, замкнутся контакты 3 и 4 электросети и включится сигнальная лампа 11.

Термометрами определяют температуру жидкого и парообразного холодильного агента. Для этого применяют ртутные термометры с удлиненной ножкой. Их вставляют в гильзы, ввариваемые в трубопроводы на всасывающей и нагнетательной стороне компрессора. Гильзы изготовляют из трубы диаметром 17×2 мм, длиной 100 мм и вваривают так, чтобы ртутные шарики термометров находились в центре трубы и против потока холодильного агента. Для

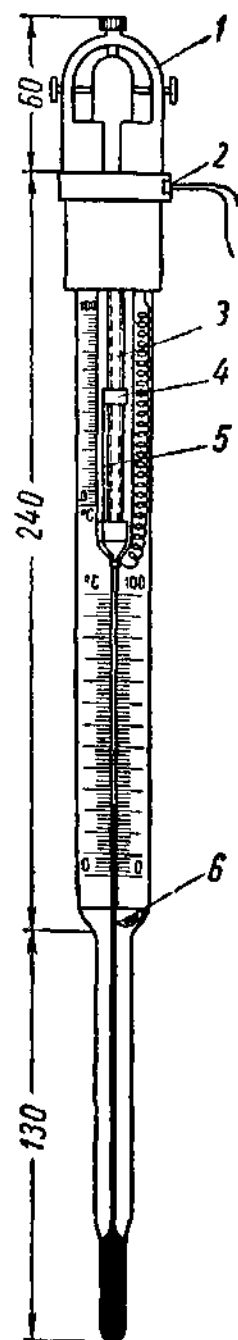


Рис. 93. Ртутный контактный термометр с магнитной регулировкой:

1 — магнитная муфта, 2 — электропровода, 3 — винт, 4 — подвижная гайка, 5 — платиновая проволока, 6 — впаянный контакт

контакта гильзу с вставленным термометром заливают маслом. На рис. 93 показан ртутный контактный термометр, сигнализирующий при достижении заданной температуры. Сигнал включается ртутным столбиком при расширении ртути. Применяют и другие типы приборов для измерения температуры (например, термометры сопротивления).

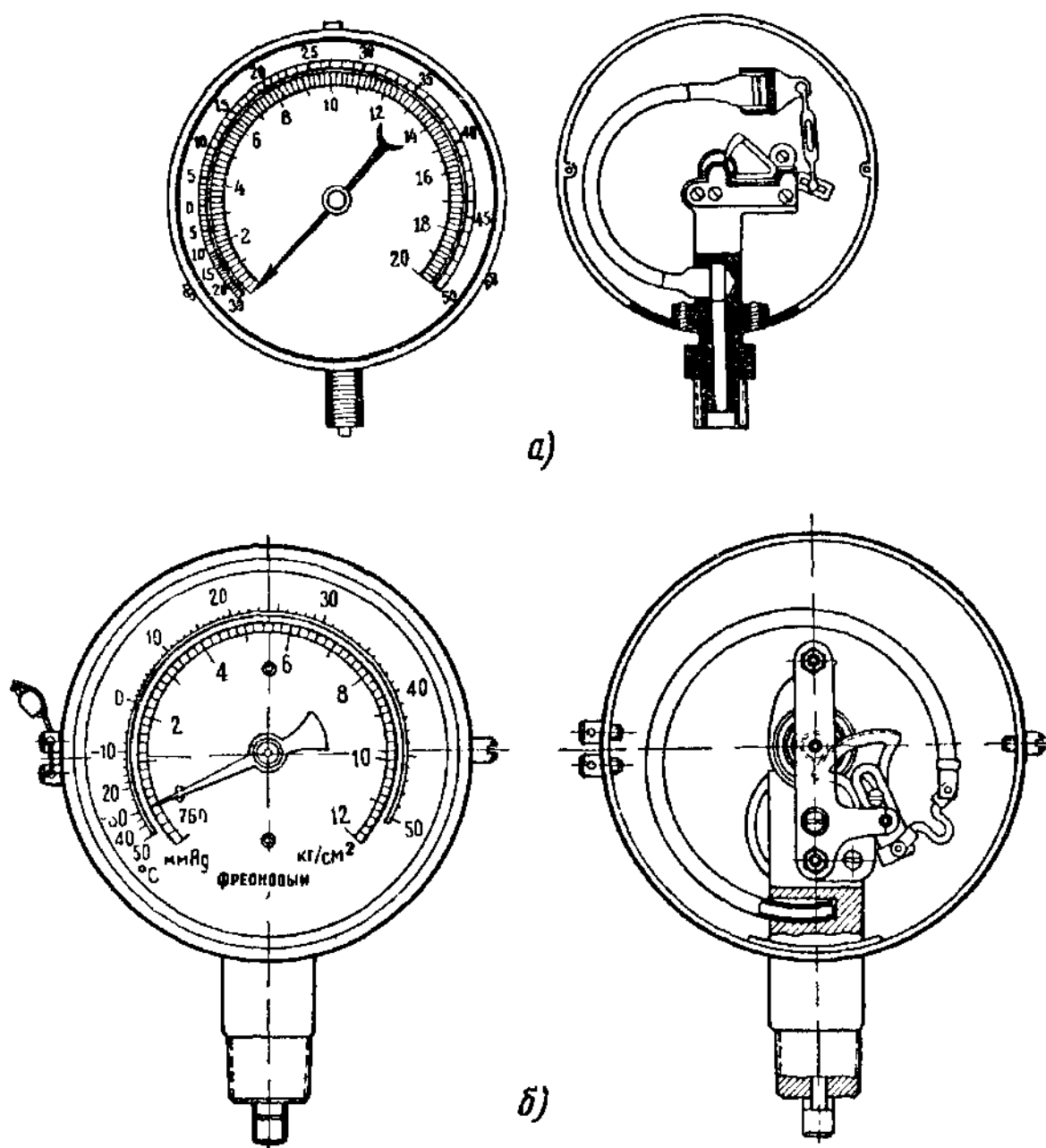


Рис 94 Приборы для измерения давления в холодильной системе:

а — манометр аммиачный, б — мановакуумметр фреоновый

Манометры служат для измерения давления холодильного агента в установке. Устройство пружинного манометра показано на рис. 94. Главная часть его — изогнутая, пружинная, овального сечения металлическая трубка, которая своей открытой частью присоединяется к аппарату, сосуду или трубопроводу, где контролируют давление, закрытая часть трубки

соединена со стрелкой, показывающей давление. При изменении давления в аппарате трубка меняет свою кривизну, чем и определяется положение указательной стрелки.

Каждому значению давления конденсации и испарения холодильного агента соответствует вполне определенное значение температуры, поэтому манометры имеют две шкалы: внутреннюю шкалу давлений и внешнюю шкалу температур насыщенного пара агента.

В холодильной технике применяют приборы для измерения давления выше и ниже атмосферного; такие приборы называются мановакуумметрами. Манометры и мановакуумметры, работающие в установках различных холодильных агентов, делают из разного металла и с различной градуировкой шкал. Например, приборы аммиачных машин изготавливают из стали и не допускается применение меди и ее сплавов, в то время как для фреоновых машин — из стали и сплавов меди.

Для аммиачных машин манометры градуированы на давление от 0 до 20—25 кг/см^2 , мановакуумметры от 760 мм рт. ст. до 12 кг/см^2 ; для фреоновых машин соответственно от 0 до 12 кг/см^2 и от 760 мм рт. ст. до 12 кг/см^2 ; для углекислотных машин от 0 до 200 кг/см^2 и от 760 мм рт. ст. до 120 кг/см^2 .

Самопишущие манометры и мановакуумметры снабжают пишущим механизмом и механизмом привода диаграммы.

Все приборы следует один раз в два-три месяца проверять по контрольному прибору. Показания приборов должны совпадать с контрольными приборами.

ПРИБОРЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Применение приборов, автоматизирующих работу холодильной установки, является важнейшим фактором технического прогресса в холодильной технике, так как при помощи этих приборов достигают наиболее эффективной работы холодильных машин, более высокой производительности труда обслуживающего персонала при сокращенных эксплуатационных расходах и меньшего износа машин, кроме того, они обеспечивают защиту установок от аварий и, следовательно, более продолжительный срок их службы. Автоматически работающие холодильные установки более точно поддерживают заданный температурный режим в охлаждаемых помещениях. Это имеет значение для рыбопромышленных холодильников и рефрижераторных судов, имеющих дело с сырьем, качество которого быстро ухудшается при нарушении технологического режима.

Техническая эксплуатация автоматически действующих холодильных установок имеет существенные преимущества, так

как эти установки не нуждаются в постоянном наблюдении за работой машины, аппаратов и приборов.

Автоматизация холодильных установок — быстроразвивающийся раздел холодильной техники: непрерывно создаются новые приборы, усовершенствуются конструкции существующих устройств и разрабатываются новые принципы автоматизации.

В учебнике рассматриваются устройство и действие наиболее важных приборов автоматического контроля и регулирования холодильных установок. Одни из этих приборов предназначены для регулирования рабочих давлений в машине: они гарантируют безопасность ее работы (реле давления); другие — для регулирования подачи холодильного агента в испаритель или воды на конденсатор: они обеспечивают нормальную работу установки (поплавковые регулирующие вентили, терморегулирующие, водорегулирующие и соленоидные вентили); приборы для регулирования температуры в охлаждаемых помещениях (термостаты) поддерживают оптимальный температурный режим обработки и хранения пищевых продуктов.

Реле давления

Этот прибор (рис. 95) служит для автоматической защиты машины от чрезмерного понижения давления всасывания и повышения давления нагнетания, останавливая в этих случаях компрессор посредством отключения электродвигателя. Прибор объединяет регулятор (реле) давления всасывания — прессостат и выключатель максимального давления — маноконтроллер. Конструктивно обе эти части обычно монтируют в общей металлической коробке, они воздействуют на одну систему электрических контактов.

Маноконтроллер (рис. 96) состоит из сильфона 1, соединенного трубкой с нагнетательной линией компрессора. Над сильфоном шарнирно закреплен контактный рычаг 2, посредством которого замыкают или размыкают электроконтакты, включающие или выключающие электродвигатель компрессора.

По другую сторону контактного рычага 2 находится регулировочная пружина 3, стремящаяся замкнуть контакты. При недопустимом повышении давления в конденсаторе (давления нагнетания) усилие сильфона преодолевает усилие регулировочной пружины и контактный рычаг перемещается вверх, разомкнув электроконтакты. Вследствие прекращения подачи тока к электродвигателю компрессора холодильная машина останавливается.

Прессостат в принципе устроен аналогичным образом. Но диаметр сильфона его больше. Одним из важнейших элемен-

тов реле давления является сильфонгофрированная тонкостенная металлическая трубка, реагирующая на изменение давления в системе. Сильфон помещают в корпус, через который прибор присоединяют к холодильной машине. При повышении давления сильфон сжимается, при понижении — расширяется.

Прибор действует следующим образом (см. рис. 95). К коробке сильфона 2 пресостата поступает холодильный агент из

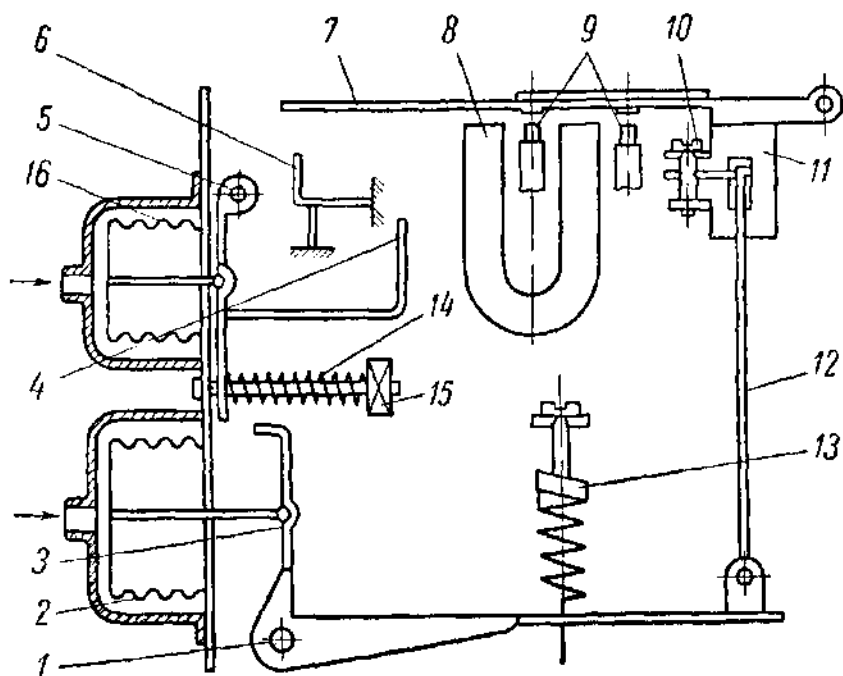


Рис 95. Схема реле давления

1 — ось, 2 и 16 — сильфон, 3 — рычаг, 4 — пружина, 5 — рычаг, 6 — угловой рычаг, 7 — пластина, 8 — магнит, 9 — контакты, 10 — винт, 11 — рамка, 12 — тяга, 13, 14 — пружина, 15 — гайка

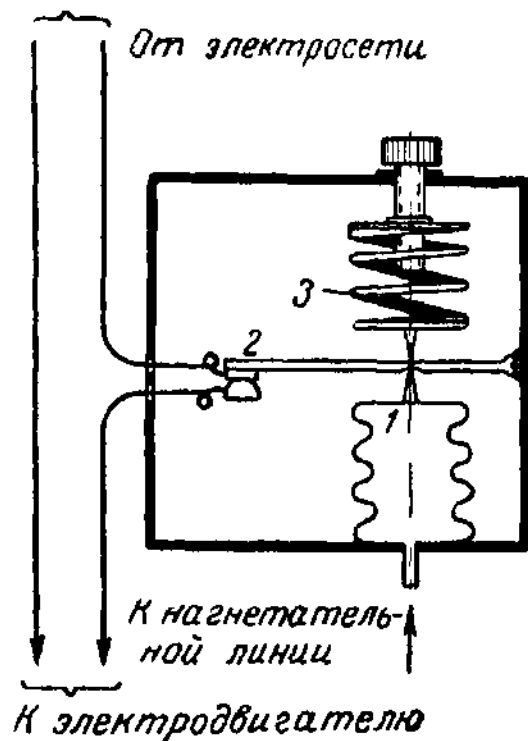


Рис. 96. Схема маноконтроллера

всасывающей линии. При понижении давления всасывания сильфон растягивается, действуя посредством рычага 3, поворачивающегося вокруг оси 1 на тягу 12 так, что она поднимается, стремясь оторвать пластину 7 от контактов 9. При чрезмерном понижении давления всасывания усилие пружины 13 преодолет притяжение магнита 8, пластина 7 отойдет от контактов 9, подача тока к электродвигателю прекратится и компрессор остановится.

При повышении давления всасывания и, следовательно, в коробке сильфона 2, последний будет сжиматься, рычаг 3 повернется так, что тяга 12 опустится, потянув за собой рамку 11 и пластину 7, контакты 9 замкнутся, автоматически включая электродвигатель компрессора.

К коробке сильфона 16 маноконтроллера поступает холодильный агент из нагнетательной линии. При чрезмерном повышении давления нагнетания и соответствующем сжатии

сильфона игла его, упираясь в рычаг 5, поворачивает последний против часовой стрелки. В свою очередь рычаг 5 сжимает пружину 14 и растягивает пружину 4. Пружина 4 поднимает угловой рычаг 6, когда он упрется в пластину 7, контакты 9 разомкнутся и электродвигатель компрессора будет остановлен.

Регулирование прессостата осуществляют при помощи винта 10, а маноконтроллера — натяжением пружины 14. При повороте винта 10 по часовой стрелке продолжительность остановки компрессора уменьшается, и наоборот. При повороте гайки 15 по часовой стрелке натяжение пружины 14 увеличивается, давление включения компрессора возрастает, и наоборот.

Аммиачное и фреоновое реле давления по устройству и принципу действия аналогичны, но отличаются характеристиками пружин и сильфонов, а также материалами, из которых они изготавливаются. Для аммиачного реле в прессостате пределы давления размыкания $0,15—3,3 \text{ кг/см}^2$, а разность между давлениями включения и выключения (дифференциал) от 0,4 до $1,2 \text{ кг/см}^2$, в маноконтроллере соответственно от 16 до 19 кг/см^2 и около $2,5 \text{ кг/см}^2$ (нерегулируемый).

Для фреонового реле диапазон настройки давления размыкания прессостата от 550 мм рт. ст. до 3,8 ати, дифференциал можно изменять от 0,4 до $1,5 \text{ кг/см}^2$. Маноконтроллер рассчитывают на размыкание контактов (т. е. на выключение компрессора) в пределах давлений от 6 до 12 ати, дифференциал не регулируется и составляет около $2,5 \text{ кг/см}^2$. Сильфоны аммиачных реле изготавливают из нержавеющей стали, фреоновых — из сплава меди и цинка.

Поплавковые регулирующие вентили

Устройство поплавкового регулирующего вентиля и схема его включения в холодильную систему показаны на рис. 97.

Корпус 3 имеет крышку 1 со сверлениями для проходящего через нее холодильного агента и два фланца — нижний и верхний — для соединительных трубопроводов с испарителем. Внутри корпуса находится коромысло 10, к которому с одной стороны заклепкой 5 прикрепляется поплавок 9, а с другой — противовес 4, закрепляемый к коромыслу винтом 8.

Коромысло подвешено на оси 6 и шарнирно связано со шпинделем 15, левый заостренный конец его является игольчатым клапаном. Шпиндель-клапан горизонтально перемещается в направляющем штуцере 12 в зависимости от поворота коромысла, при этом дроссельное отверстие в седле 11 открывается или закрывается заостренным концом шпинделя.

Жидкий холодильный агент подключается к поплавковому регулирующему вентилю через верхнее сверление крышки. Верхним фланцем прибор соединяется с паровым пространством испарителя, а нижним — с жидкостным.

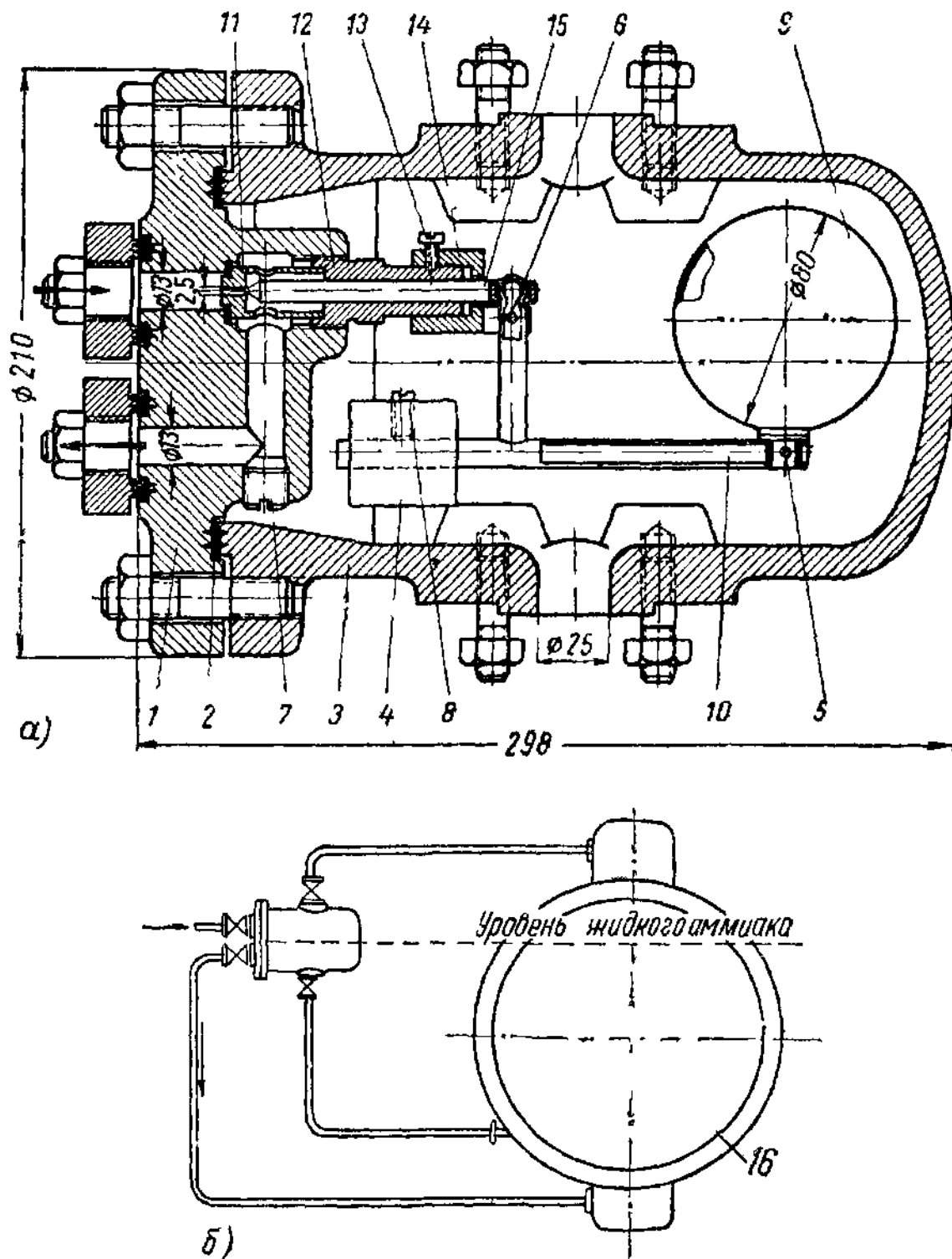


Рис. 97. Поплавковый регулятор низкого давления:
 а — разрез; б — схема присоединения

Эти приборы регулируют подачу жидкого холодильного агента из конденсатора в испаритель.

Жидкий холодильный агент, пройдя дроссельное отверстие, через вертикальный канал, закрытый снизу пробкой 7, и нижнее сверление крышки проходит в испаритель.

Поплавковая камера и испаритель 16 являются сообщающимися сосудами, поэтому при понижении уровня жидкого холодильного агента в испарителе падает уровень и в поплавковой камере. За изменением уровня в ней следует поплавок; если он опускается, клапан отходит от седла, увеличивая подачу жидкого холодильного агента в испаритель; когда поплавок поднимается, проходное отверстие клапана прикрывается.

Прибор служит поплавковым регулятором низкого давления, так как устанавливается на стороне низкого давления холодильной машины. Известны также поплавковые регуляторы высокого давления; их ставят на стороне высокого давления для обеспечения определенного уровня жидкости в ресивере.

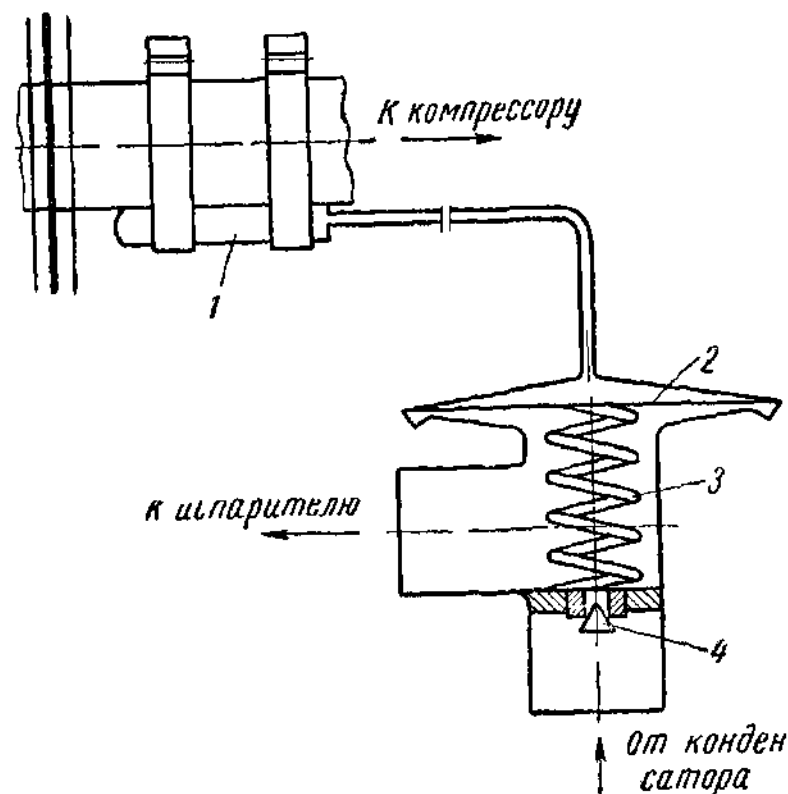


Рис. 98. Схема терморегулирующего вентиля

Поплавковые регулирующие вентили низкого давления имеют номинальную производительность от 10 до 800 тыс. ккал/час.

Терморегулирующие вентили

Терморегулирующие вентили предназначены для автоматического регулирования количества холодильного агента, поступающего в испаритель. Действие их определяется степенью перегрева паров, выходящих из испарителя к компрессору. Поэтому терморегулирующие вентили называют также регуляторами перегрева агента. Конструктивно терморегулирующие вентили выполняются сильфонные и мембранные, но принцип действия их одинаковый (рис. 98).

В металлическом герметическом корпусе укреплена мембрана 2, изготовленная из бериллиевой или фосфористой бронзы (для фреона) и из нержавеющей стали (для аммиака). В корпусе ниже мембраны находится пружина 3, на которую действует мембрана. Пружина связана с клапаном 4, в котором дросселируется холодильный агент, проходящий из конденсатора в испаритель.

Полость над мембраной соединена капиллярной трубкой с термобаллоном или чувствительным патроном 1. Термобаллон, трубка и верхняя полость корпуса заполнены легкокипящим веществом (обычно тем же холодильным агентом).

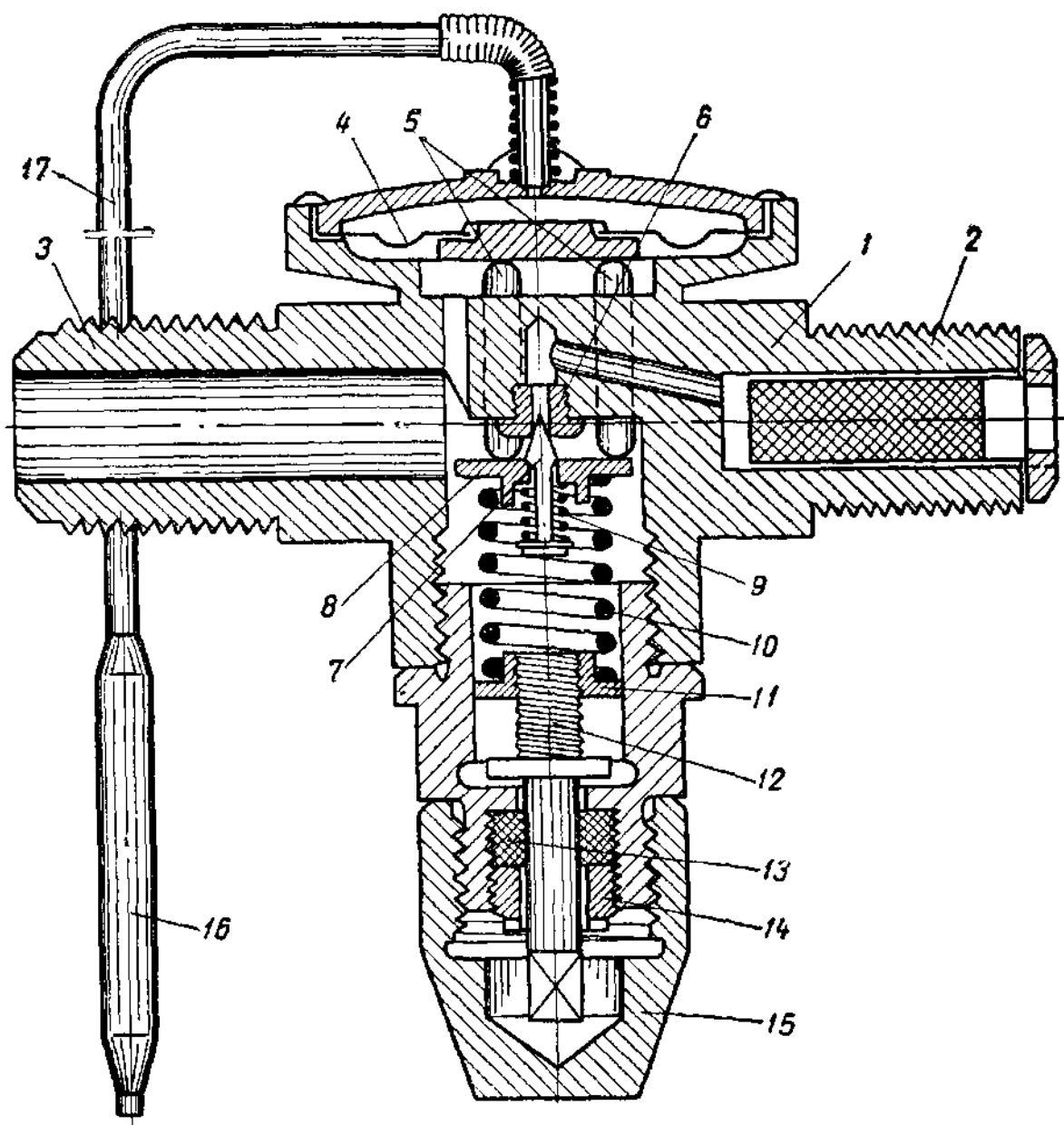


Рис. 99. Мембранный терморегулирующий вентиль

1 — корпус, 2 — входной штуцер, 3 — выходной штуцер, 4 — мембрана, 5 — толкатели, 6 — седло, 7 — игла, 8 — иглодержатель, 9, 10 — пружины, 11 — гайка, 12 — регулировочный винт, 13 — сальник, 14 — букса, 15 — колпачковая заглушка, 16 — чувствительный патрон, 17 — капиллярная трубка

Эта замкнутая система называется силовым элементом прибора, а части ниже мембраны — регулирующим элементом прибора.

Чувствительный патрон 1 должен быть плотно прижат к всасывающему трубопроводу у выхода из испарителя. Легкокипящее вещество термобаллона имеет такую же температуру, как и выходящие из испарителя пары холодильного агента.

С изменением температуры паров холодильного агента изменяется температура, а следовательно, и давление вещества в силовом элементе прибора. Силовой элемент действует на регулирующий элемент, определяя степень открытия проходного отверстия клапана 4. При повышении перегрева количество проходящего в испаритель агента увеличивается, а при понижении — уменьшается.

В сильфонных терморегулирующих вентилях при эксплуатации часто нарушается герметичность сильфона, в то время как мембранные более надежны, проще устроены и компактны.

На рис. 99 показан мембранный терморегулирующий вентиль для фреоновой установки. Корпус прибора выполнен из латуни. Вверху к корпусу припаян силовой элемент, внизу укреплен узел иглы клапана и винт настройки.

Игла вставлена в иглодержатель и находится под воздействием пружины 9. На иглодержатель действует другая пружина 10, стремящаяся прижать иглу к седлу.

Давление паров легкокипящего вещества через мембрану и стержни-толкатели передается на иглодержатель. Холодильный агент, поступая в прибор, проходит через сетчатый фильтр, в котором отделяются механические примеси, далее дросселируется и выходит через выходной штуцер. Настройка прибора осуществляется при помощи винта 12. При ослаблении пружины перегрев уменьшается и наоборот. Пределы настройки от 2 до 10°.

Водорегулирующие вентили или регуляторы давления конденсации

Эти вентили применяют при водяном охлаждении конденсаторов, в которых отсутствуют устройства для охлаждения оборотной воды. Этот прибор регулирует подачу воды на конденсатор соответственно его тепловой нагрузке и позволяет поддерживать в конденсаторе приблизительно постоянными давление и температуру конденсации агента.

Устройство и принцип действия водорегулирующего вентиля показаны на рис. 100. Пространство над мембраной 1 сообщается с конденсатором, и положение мембраны определяется давлением холодильного агента в конденсаторе. Мембрана действует на связанный с ней клапан 2, через живое сечение которого подается вода на конденсатор. При повышении давления в конденсаторе клапан автоматически приоткрывается, и подача воды увеличивается; с понижением давления клапан прикрывается, и количество воды уменьшается.

На рис. 101 показан водорегулирующий клапан конструкции ВНИХИ. При помощи этого клапана не только регулируется подача воды на конденсатор, но компрессор автоматически останавливается в том случае, если в конденсатор прекращается подача воды и в нем устанавливается чрезмерно повышенное давление.

Соленоидные или электромагнитные клапаны

Они служат для автоматического пропуска жидкости (холодильного агента — аммиака или фреона, воды и рассола) по трубопроводам, работают как автоматически действующие запорные клапаны. Принципиальная схема устройства соленоидного клапана показана на рис. 102.

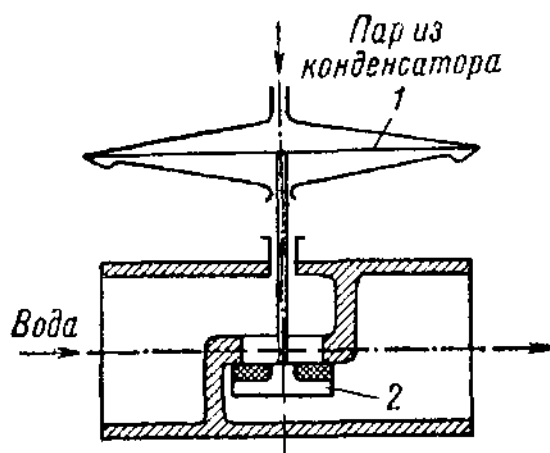


Рис. 100. Принципиальная схема водорегулирующего клапана

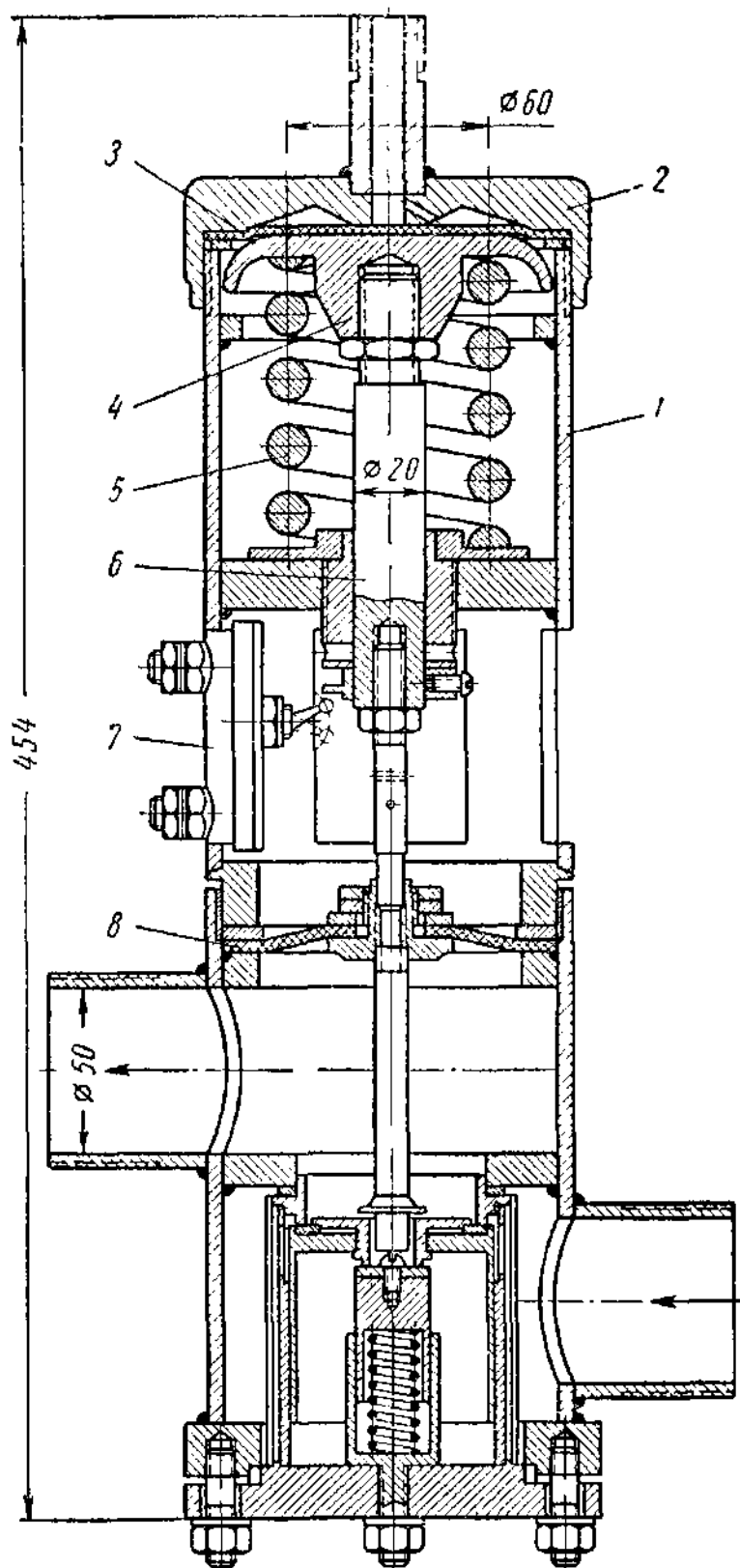


Рис. 101. Водорегулирующий клапан ВРВ-50:

1 — корпус, 2 — крышка, 3, 8 — мембраны, 4 — грибок, 5 — пружина, 6 — стержень, 7 — клеммы выключателя максимального давления

Прибор состоит из электромагнитной катушки 1 (соленоида) и клапана 2. Соленоидный клапан является двухпозиционным автоматическим клапаном (клапан открыт или полностью закрыт).

закрыт). Монтируют его комплектно с каким-либо другим первичным прибором, например прибором автоматического регулирования температуры в охлаждаемых помещениях или с дистанционным указателем уровня жидкости в испарителе.

При повышенной температуре в охлаждаемых помещениях регулятор температуры замыкает электрическую цепь, электроток поступает в электромагнитную катушку; возникающая при этом электромагнитная сила заставит сердечник подняться — клапан открывается. При достижении в охлаждаемом помещении достаточно низкой темпера-

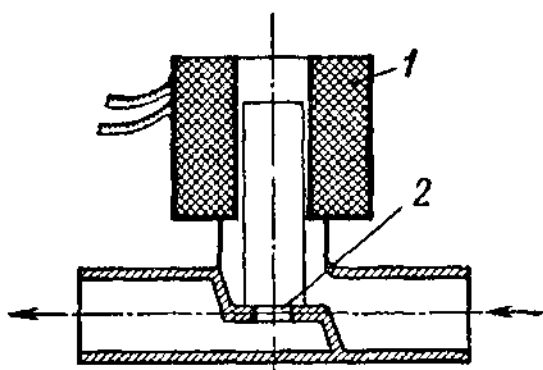


Рис. 102. Схема соленоидного вентиля

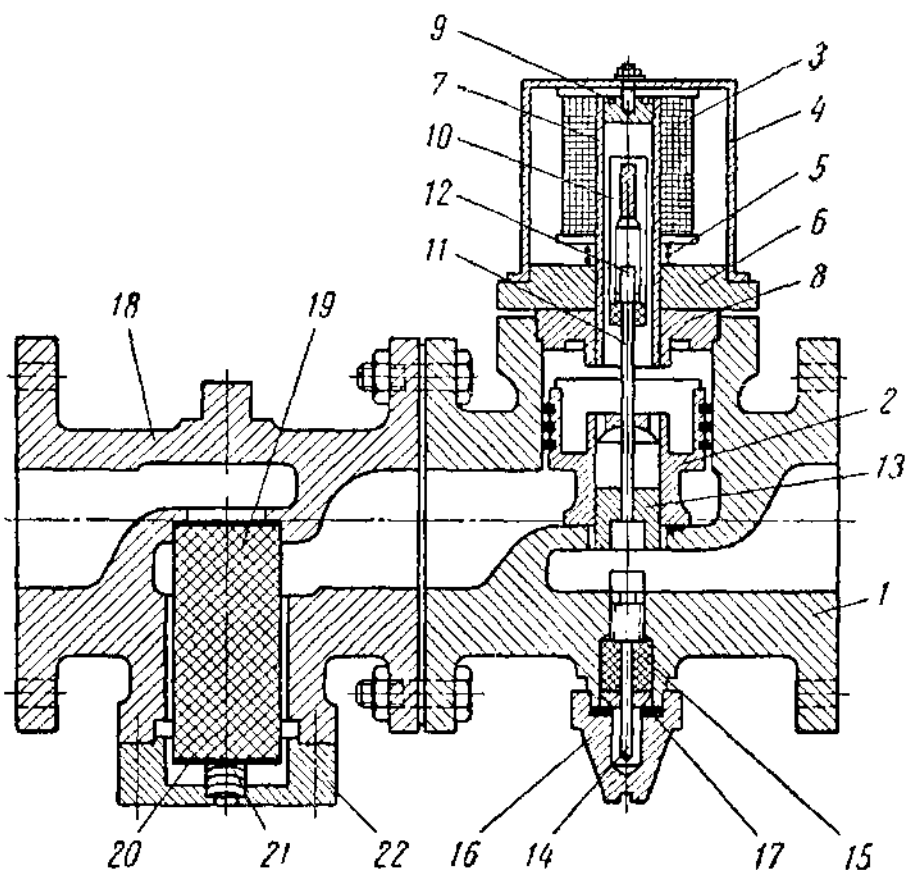


Рис. 103. Соленоидный рассольный вентиль: 1 — корпус, 2 — клапан поршня, 3 — электромагнитная катушка, 4 — кожух, 5 — пружина, 6 — фланец, 7 — трубка, 8 — диск, 9 — упор, 10 — сердечник, 11 — шток, 12 — стержень, 13 — штуцер, 14 — винт, 15 — сальник, 16 — колпачок, 17 — прокладка, 18 — корпус фильтра, 19 — сетка, 20 — диск, 21 — пружина, 22 — крышка

туры регулятор температуры разомкнет электрическую цепь, поступление электротока к соленоиду прекратится, и сердечник опустится под действием собственного веса — клапан закроется. Аналогичным образом действует соленоидный вентиль в комплекте с дистанционным указателем уровня.

На водяном трубопроводе при входе воды в конденсатор соленоидный вентиль устанавливают в случае отсутствия водорегулятора. На рассольном трубопроводе соленоидные вентили располагают на входе рассола в охлаждающие батареи.

На рис. 103 показан соленоидный рассольный вентиль СВР-50 конструкции ВНИХИ. Вентили для аммиака и фреона отличаются применением различных материалов, например, детали, соприкасающиеся с холодильным агентом, для аммиака выполняют из нержавеющей стали, для фреона — из латуни.

Реле температуры или термостаты — это приборы, регулирующие температуру воздуха охлаждаемых помещений или рассола в испарителях, двухпозиционные, действующие путем замыкания или размыкания электроцепи в зависимости от ко-

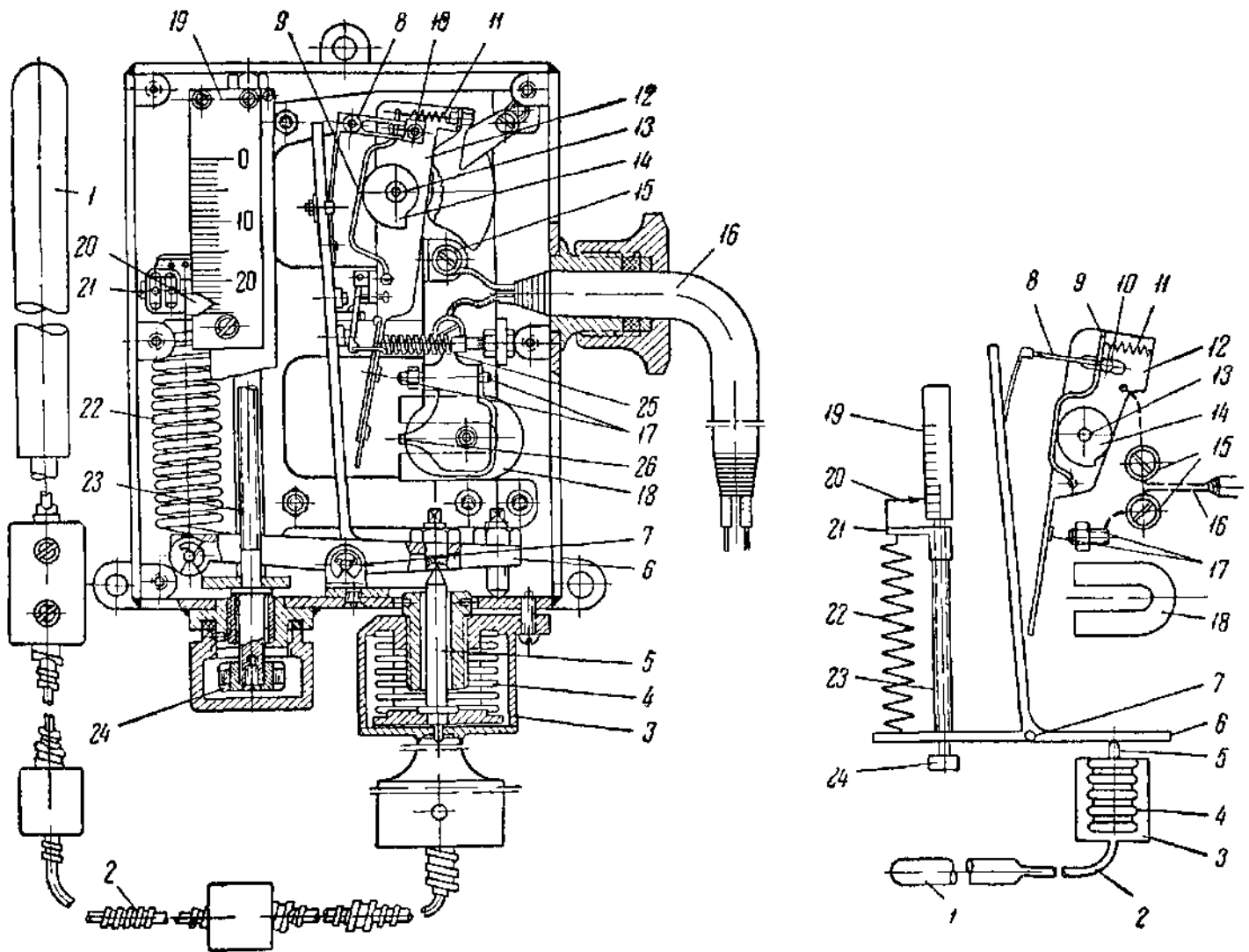


Рис. 104. Реле температуры:

1 — термобаллон, 2 — капиллярная трубка, 3 — камера сильфона, 4 — сильфон, 5 — игла, 6 — угловой рычаг, 7 — ось, 8 — тяга, 9 — рычаг, 10 — палец, 11 — пружина, 12 — контактная пластина, 13 — ось, 14 — кулачок, 15 — клеммы, 16 — электрические провода, 17 — основные контакты, 18 — подковообразный магнит, 19 — температурная шкала, 20 — указатель, 21 — каретка, 22 — пружина, 23 — винт, 24 — ручка, 25 — пружина, 26 — искрогасительные контакты

лебаний температуры охлаждаемой среды. Таким образом они управляют каким-либо исполнительным механизмом (например, соленоидным вентилем).

На рис. 104 показано реле температуры ТДДА, т. е. термореле двухпозиционное дистанционное аммиачное. Основные части прибора: корпус, чувствительный элемент и исполнительный механизм.

В термобаллоне 1, трубке 2 и сильфонной камере 3 находится фреон-12. Термобаллон устанавливают в холодильной камере или в рассольном баке. Когда повышается температура

контролируемой среды, давление в чувствительном элементе возрастает и вследствие этого сжимается сильфон 4. В этом случае игла 5 поворачивает рычаг 6 вокруг оси 7 так, что верхний конец рычага, отклоняясь влево, увлекает через тягу 8 палец 10.

Палец может перемещаться в прорези контактной пластины 12, дойдя до амортизирующего рычага 9, он поворачивает кон-

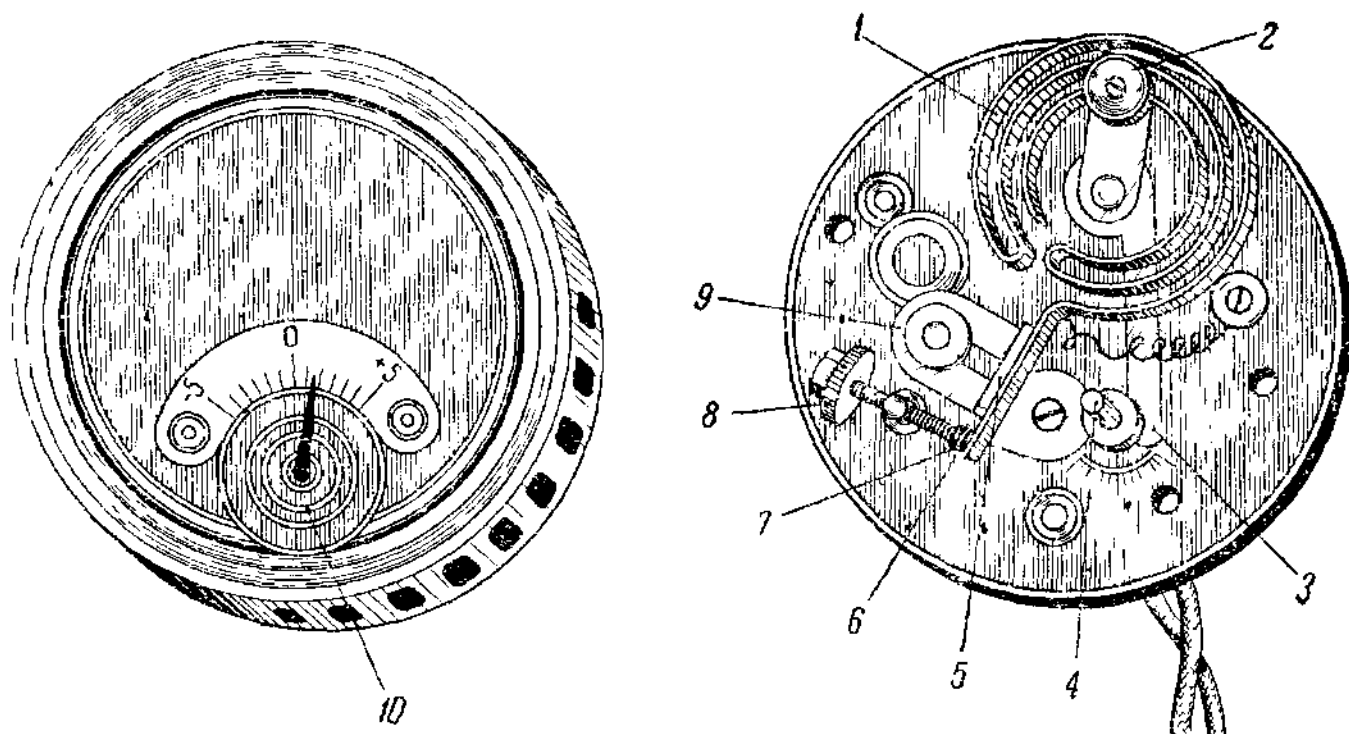


Рис. 105. Реле температуры с биметаллическим чувствительным элементом:

1 — биметаллическая спираль, 2 — стойка, 3 — пластинка-рычаг, 4 — ось, 5 — пластинка (якорь), 6 — подвижный контакт, 7 — неподвижный контакт, 8 — винт для регулирования дифференциала прибора, 9 — магнит, 10 — круглая ручка

тактную пластину 12 вокруг оси 13 и приближает нижний конец ее к магниту 18. Если пластина примкнет к магниту, контакты 17 замкнутся. Когда понижается температура контролируемой среды, давление фреона в чувствительном элементе понижается, рычаг 6 поворачивается в обратную сторону и электроконтакты 17 разомкнутся.

Этот прибор имеет манометрический чувствительный элемент.

Реле температуры с биметаллическим чувствительным элементом (рис. 105) — двухпозиционный терморегулятор, применяемый для поддержания заданной температуры воздуха в камерах. Чувствительный элемент выполнен в виде биметаллической спирали, один конец которой закреплен на стойке, а другой — свободный, снабжен подвижным контактом.

При повышении температуры воздуха в камере подвижной контакт приближается к неподвижному и происходит их замы-

кание. При понижении температуры контакты отходят друг от друга и исполнительный механизм выключается. Части прибора с биметаллическим элементом монтируют в небольшой пластмассовой коробке.

В зависимости от назначения холодильной установки в схему, кроме элементов, предназначенных для производства и использования холода, включаются также элементы вспомогательного характера и приборы контроля и регулирования.

СХЕМЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Все элементы схемы должны быть взаимосвязаны и так расположены, чтобы установка была надежной и гибкой при технической эксплуатации и ремонте, а обслуживающий персонал имел бы возможность наблюдать и контролировать процесс.

В схеме должна быть заложена возможность достаточно простой регулировки температур и экономичной эксплуатации установки; она должна быть по возможности проста и приемлема в отношении охраны труда и техники безопасности; соединительные трубопроводы должны иметь минимальную длину. В схеме предусматривают переключения универсальных камер на различные температуры и отключения холодильного оборудования отдельных этажей и камер холодильника от общей схемы, не нарушая режима работы других камер.

В схемах предусматривают взаимозаменяемость машин. Однако это должно быть обосновано, так как неоправданные дополнительные соединительные трубопроводы усложняют схему. Хорошо разработанная схема холодильной установки с правильным расположением ее элементов и расстановкой контрольно-измерительных приборов является необходимым условием, облегчающим техническую эксплуатацию всего оборудования.

В последние годы разработаны новые прогрессивные схемы холодильных установок. Рассмотрим следующие схемы: аммиачной насосной автоматизированной установки; малоемкой насосной автоматизированной установки с верхней подачей жидкого холодильного агента, с батареями каскад; аммиачной установки двухступенчатого сжатия; фреоновой автоматизированной холодильной установки; автоматизированной холодильной установки с рассольной системой охлаждения камер.

Схема холодильной установки, разработанная ВНИХИ для крупных холодильников, показана на рис. 106. В ней предусмотрены аммиачный насос, циркуляционный ресивер, отделитель жидкости, оребренные трехтрубные батареи, уровнедержатели,

коллекторы (жидкостные, газовые и дренажные) и приборы автоматики.

Насос подает жидкий аммиак из циркуляционного ресивера в уровнедержатель верхнего этажа холодильника. Из уровнедержателя он попадает в вертикальный коллектор, питающий

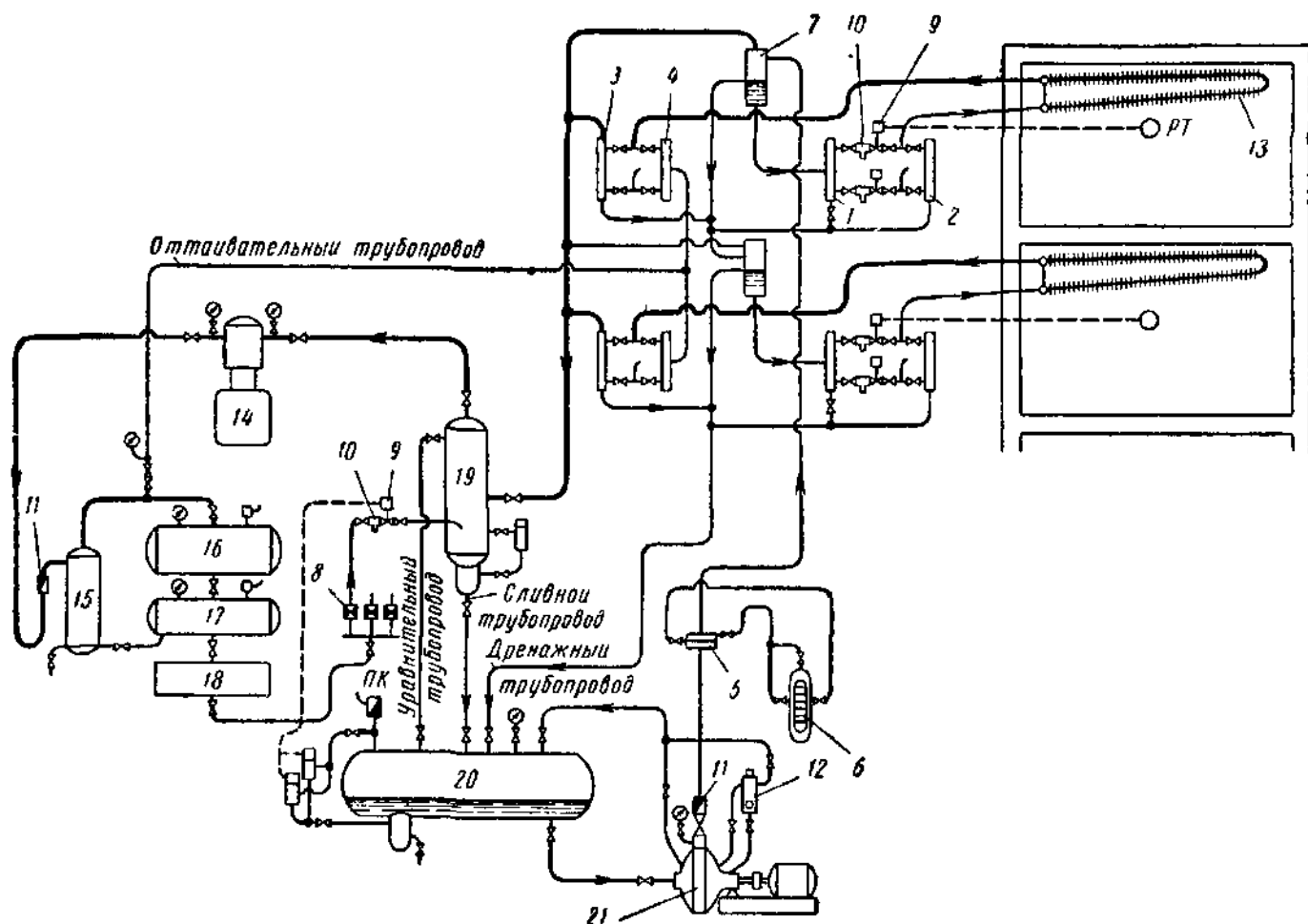


Рис. 106. Аммиачная насосная схема:

1 — жидкостной коллектор, 2 — дренажный коллектор, 3 — газовый коллектор, 4 — оттаивательный коллектор, 5 — диафрагма, 6 — ртутный гагсометр, 7 — уровнедержатель, 8 — регулирующий вентиль, 9 — соленоидный вентиль, 10 — фильтр, 11 — обратный клапан, 12 — бачок для смазки, 13 — батареи, 14 — компрессор, 15 — маслоотделитель, 16 — конденсатор, 17 — линейный ресивер, 18 — переохладитель, 19 — отделитель жидкости, 20 — циркуляционный ресивер, 21 — аммиачный насос

батареи этого этажа, а также по переливной трубе избыточное количество его поступает в уровнедержатель ниже расположенного этажа. Отсюда избыточное количество жидкого аммиака возвращается в циркуляционный ресивер. Питание батарей осуществляется через соленоидные вентили, включаемые в работу термостатами.

Таким образом, схемой предусмотрено автоматическое регулирование температуры в камерах. Так как насос подает аммиака больше, чем его испаряется в системе, то этим обеспечивается устойчивое питание приборов охлаждения.

Из батарей парообразный аммиак отсасывается компрессором через газовые коллекторы и отделитель жидкости. Для

поддержания определенного уровня аммиака в ресивере на нем устанавливают дистанционные указатели уровня, а у отделителя жидкости — соленоидный клапан. Для оттайки снеговой шубы на батареях предусмотрен специальный трубопровод подачи горячего агента в батареи. При этом процессе жидкий аммиак из батарей сливается в циркуляционный ресивер.

Преимущества схемы — равномерное распределение в системе агента, отсутствие влияния столба жидкости на температуру кипения в батареях, меньшая вероятность гидравлического удара в компрессоре, высокая эффективность работы батарей.

Схема малоемкой насосной автоматизированной установки с верхней подачей жидкого холодильного агента с батареями каскад показана на рис. 107.

Жидкий аммиак из конденсатора по трубопроводу 1 поступает в ресивер 3, проходя через соленоидный или поплавковый клапан 2. Ресивер снабжен дистанционным указателем уровня 4, который вместе с соленоидным клапаном поддерживает в нем постоянный уровень жидкого аммиака.

Центробежный насос 5 подает аммиак из ресивера в распределительный сосуд 6, установленный в верхней части системы. Клапан 7 байпаса насоса регулирует подачу жидкости в распределительный сосуд, контролируемую при помощи дифманометра, подключаемого к соплу 8.

Из распределителя жидкий аммиак самотеком по трубе 15 поступает в напородержатель 9, а оттуда при закрытом вен-

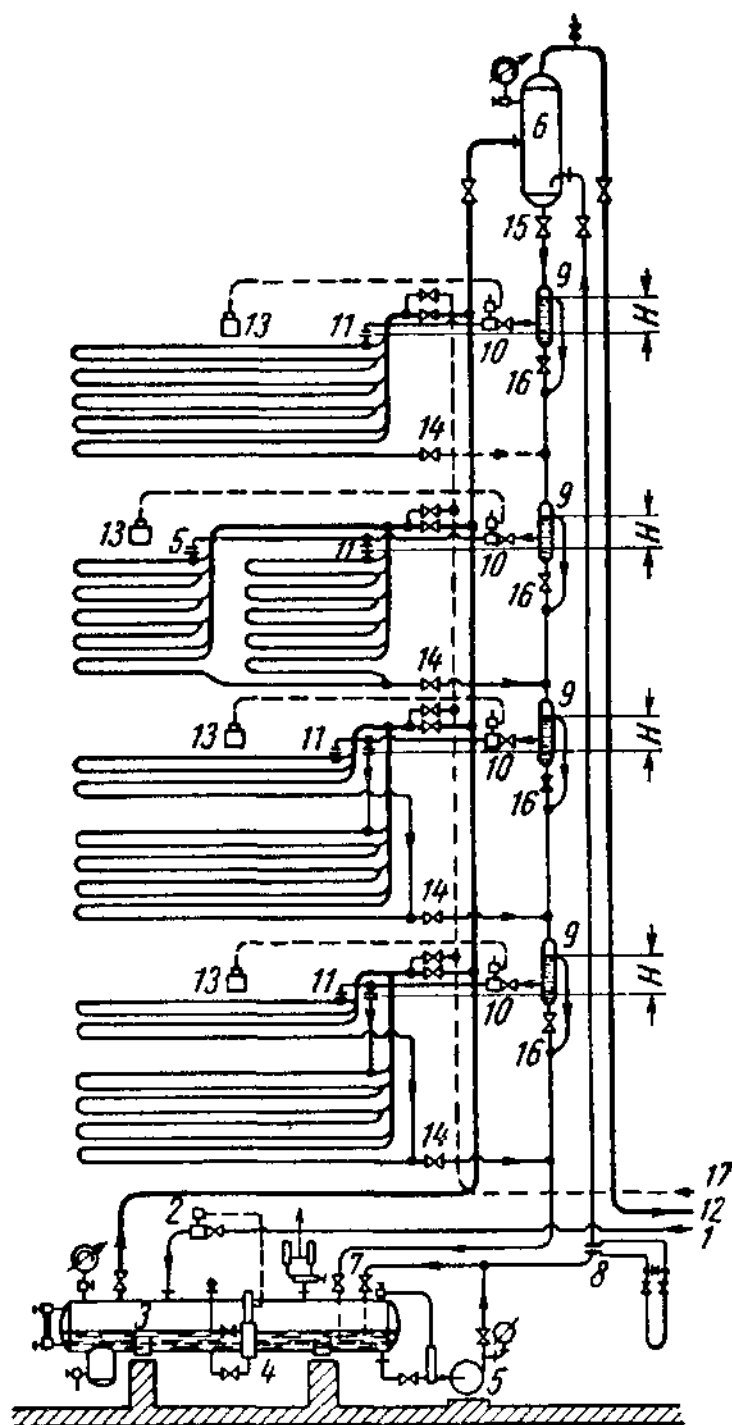


Рис. 107. Схема малоемкой системы охлаждения с батареями каскад

тите 16 через соленоидный клапан 10 и диффрагмы 11 под напором H — в охлаждающие батареи камер верхнего этажа. Холодильный агент стекает по шлангам батареи каскад неполным сечением.

Пары в батареях отделяются от жидкости и направляются через паровую магистраль в распределительный сосуд. Из верхней зоны распределительного сосуда пары холодильного агента по трубопроводу 12 отсасываются компрессором. Неиспарившаяся в батареях верхнего этажа жидкость стекает в трубопровод 14 и далее в напородержатель нижерасположенного этажа и т. д. Из батарей нижнего этажа жидкий аммиак стекает в ресивер 3 для повторной циркуляции.

В камерах холодильника установлены термостаты 13, которые регулируют действие соленоидных клапанов, питающих охлаждающие батареи камер. Подача жидкого аммиака в батареи зависит от сечения диафрагмы 11 и величины гидравлического напора жидкости над ней H , поддерживаемого напородержателем.

Испытания и эксплуатация малоемких систем с батареями каскад показали их чувствительность к изменениям в подаче жидкого холодильного агента; при включении этих систем быстро достигается нормальный режим работы, при выключении или перебоях в подаче жидкого аммиака теплопередача значительно ухудшается.

Одно из важнейших условий нормальной работы малоемкой системы бесперебойная работа циркуляционного аммиачного насоса для обеспечения необходимой подачи из ресивера в распределительный сосуд холодильного агента.

Эксплуатация каскадных и частично затопленных систем показывает также благоприятное их влияние на работу компрессоров холодильных установок. Компрессоры работают нормально без влажного хода даже в случаях переменного теплового режима. Снеговую шубу с батареями удаляют горячими парами холодильного агента по трубе 17, после того, как прекращена подача в батареи жидкого агента и батареи камеры отключены от системы.

Схема аммиачной установки двухступенчатого сжатия, разработанная ЦКБХМ, приведена на рис. 108. Эта схема позволяет использовать одноступенчатые компрессоры путем соответствующего подбора для осуществления процесса двухступенчатого сжатия и получения низких температур испарения (-35° , -45°).

Схема фреоновой автоматизированной холодильной установки небольшой холодопроизводительности показана на рис. 109.

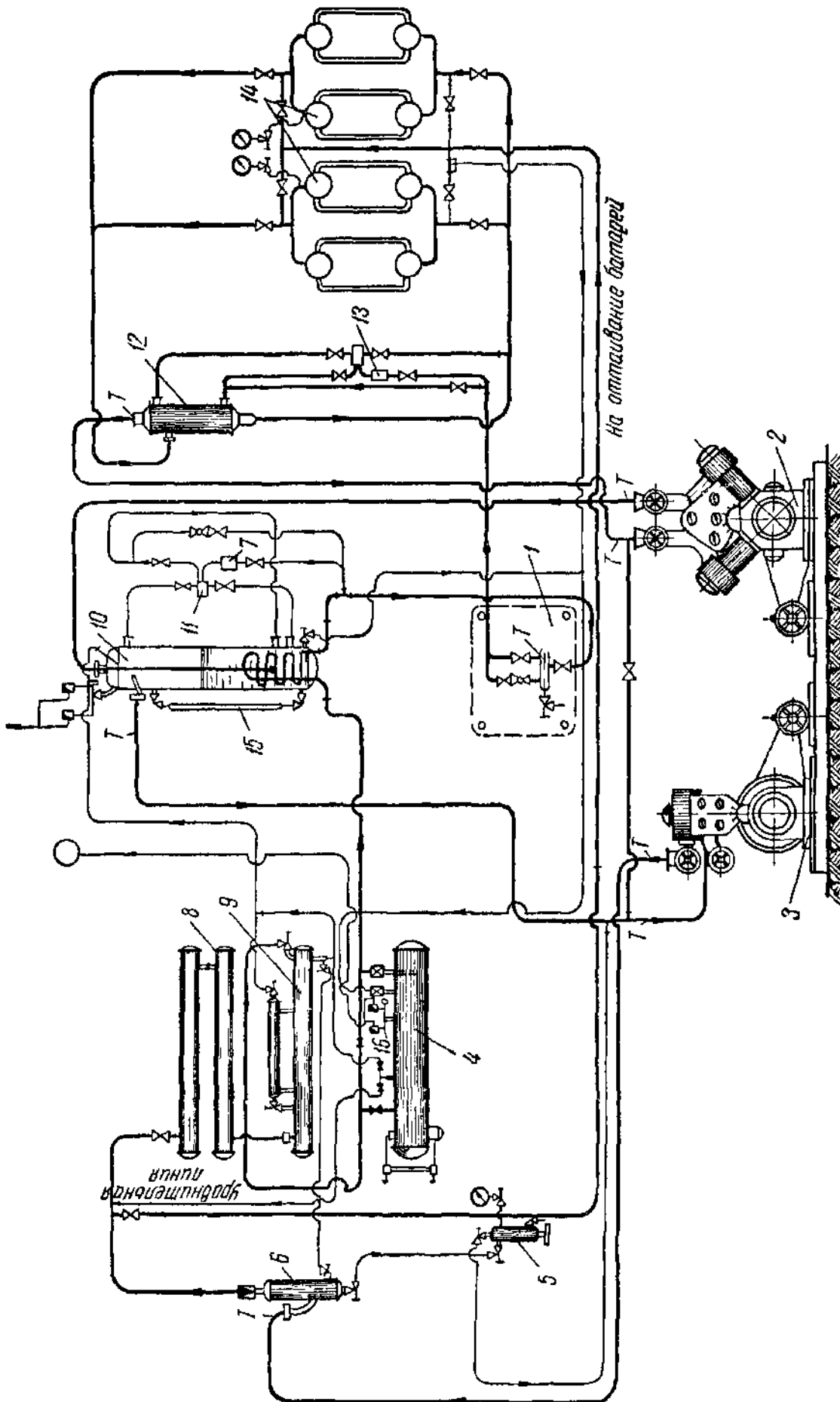


Рис. 108. Аммиачная двухступенчатая холодильная установка:

1 — регулирующая станция, 2 — компрессор низкого давления, 3 — компрессор высокого давления, 4, 9 — ресиверы, 5 — маслосборник, 6 — маслосепаратор, 7, 13 — фильтры, 8 — конденсатор, 10 — промежуточный сосуд, 11 — предохранительный вентиль, 12 — отделитель жидкости, 14 — указатель уровня, 15 — предохранительный вентиль, 16 — термометры

Терморегулирующие клапаны, которыми снабжены приборы охлаждения, регулируют заполнение испарителя жидким холо-

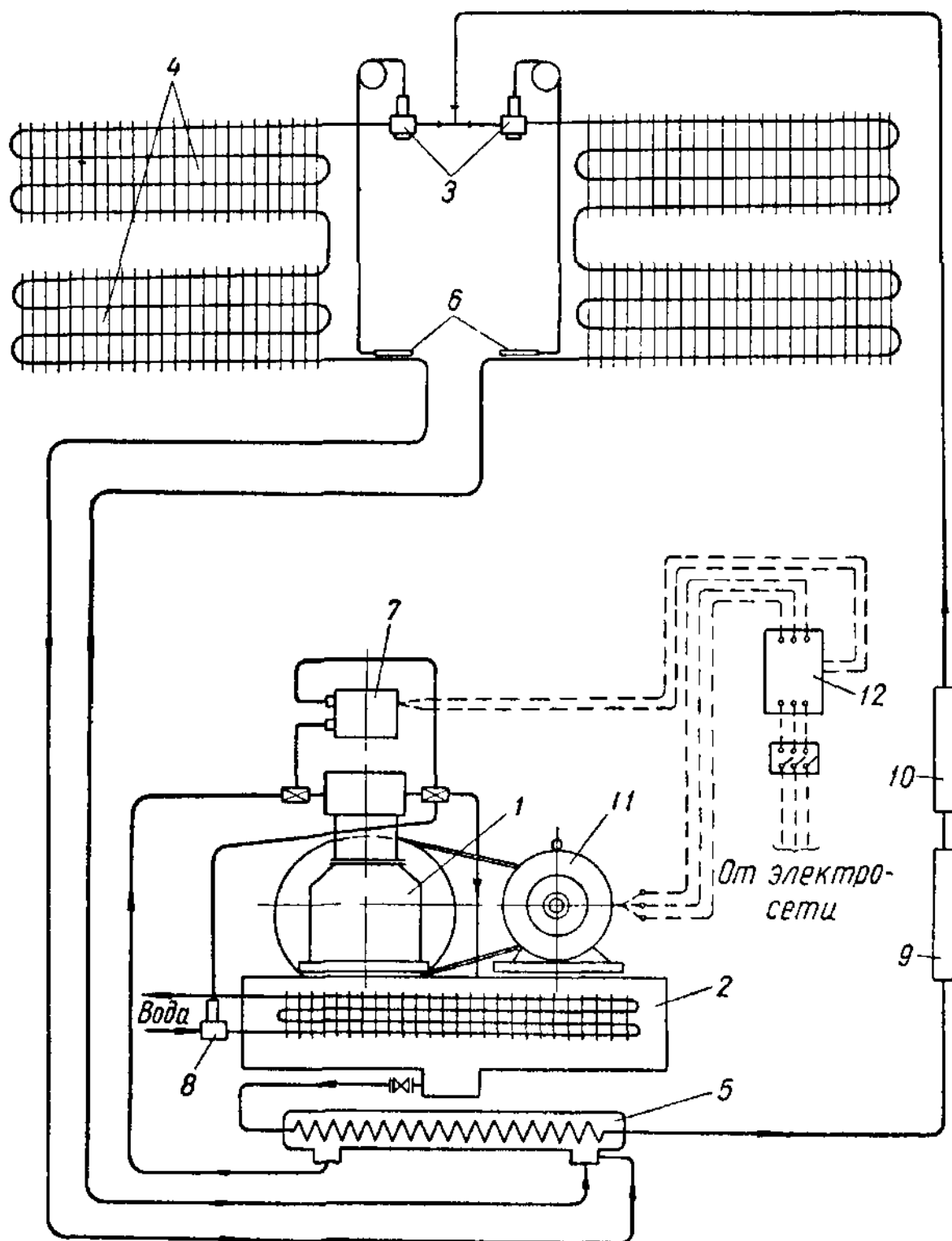


Рис. 109. Автоматическая фреоновая холодильная машина:
 1 — компрессор, 2 — конденсатор, 3 — терморегулирующие клапаны, 4 — испарители, 5 — теплообменник, 6 — чувствительные патроны, 7 — реле давления, 8 — водорегулирующий клапан, 9 — осушитель, 10 — фильтр, 11 — электродвигатель, 12 — магнитный пускатель

дильным агентом в зависимости от тепловой нагрузки испарителя.

Работа компрессора регулируется прессостатом реле давления, останавливающего или включающего компрессор в зави-

симости от давления всасывания, а также маноконтроллером реле давления, который предупреждает повышение давления нагнетания сверх допустимого предела.

Схема автоматизированной холодильной установки с рассольной системой охлаждения камер приводится на рис. 110.

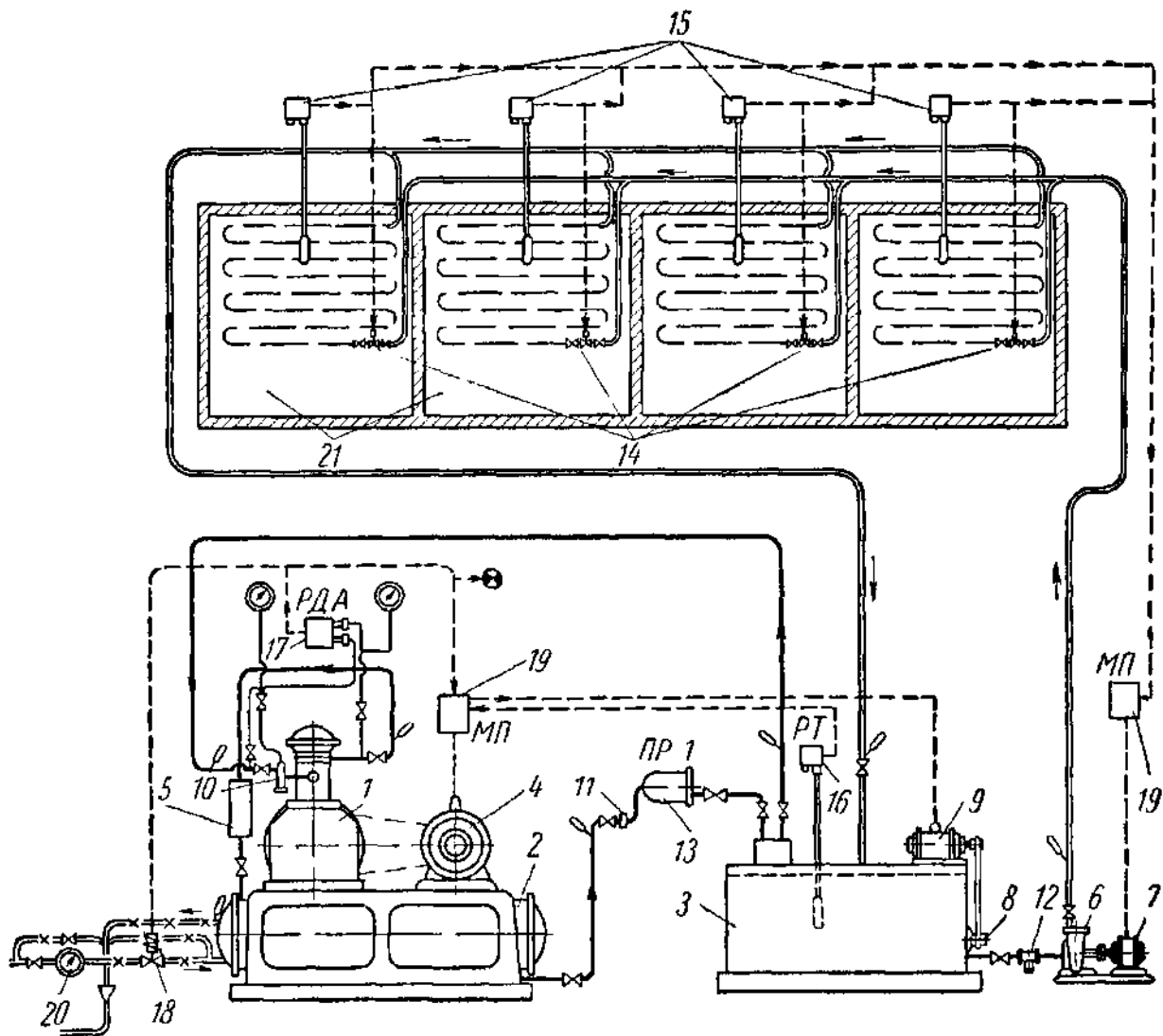


Рис. 110. Схема автоматизированной аммиачной холодильной установки:

1 — компрессор, 2 — конденсатор, 3 — испаритель, 4 — электродвигатель компрессора, 5 — маслоотделитель, 6 — рассольный насос, 7 — электродвигатель насоса, 8 — мешалка, 9 — электродвигатель мешалки, 10 — грязеуловитель, 11 — аммиачный фильтр, 12 — рассольный фильтр, 13 — поплавковый регулятор высокого давления, 14 — соленоидные рассольные вентили, 15, 16 — реле температуры, 17 — реле давления, 18 — соленоидный водяной вентиль, 19 — магнитные пускатели, 20 — водомер, 21 — камеры

Из приборов автоматики в схему включены поплавковый регулятор (регламентирует работу испарителя), реле температуры (регулирует работу компрессора), соленоидный вентиль для пропуска воды на конденсатор, реле давления (маноконтроллер и прессостат) и камерные реле температуры с соленоидными вентилями.

Глава V

АБСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И УСТРОЙСТВО АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Принцип действия абсорбционных холодильных машин, работающих бинарными смесями, был рассмотрен в главе I.

Основное преимущество этих машин заключается в возможности использования для их работы дешевых источников тепла низкого потенциала, например отработавшего пара, использованной в производстве горячей воды, отходящих газов, низкосортного топлива и др. Это преимущество указывает на целесообразность применения абсорбционных машин, прежде всего на тех производственных предприятиях, которые являются потребителями холода и одновременно имеют дешевые источники тепла. Кроме того, эти машины выгодно применять в районах, которые, не располагая электроэнергией, имеют низкосортное топливо.

Абсорбционные машины просты в обслуживании, их основные элементы не имеют быстро изнашивающихся движущихся частей.

В качестве рабочего вещества современных абсорбционных машин обычно применяют бинарную смесь — водоаммиачный раствор, в котором холодильным агентом является аммиак, а поглотителем — вода.

В процессах получения холода при помощи компрессионных и абсорбционных машин, а также в устройстве и принципе действия ряда аппаратов той и другой системы имеется много общего. Основное отличие абсорбционной машины заключается в том, что в ней для сжатия паров холодильного агента используют принцип термохимического компрессора, для работы которого требуется затрата энергии не в виде механической работы, а в виде тепла (пара, горячей воды, дымовых газов).

В замкнутой системе абсорбционной машины (рис. 111) осуществляются процессы выпаривания холодильного агента из раствора, конденсация аммиака, кипение и абсорбция (поглощение).

В генераторе-кипятильнике 9 находится водоаммиачный раствор, нагреваемый змеевиком, внутри которого проходит какой-либо источник тепла, используемый в абсорбционной машине (отработавший пар, горячая вода и др.). При нагревании раствора из него выделяют пары, содержащие главным образом аммиак и 10—15% воды. Из генератора пары поднимаются в ректификатор 10 — аппарат, служащий для повышения концентрации пара. Здесь более нагретые пары соприкасаются с менее нагретым крепким водоаммиачным раствором, поступающим из абсорбера 5. При этом раствор нагревается, выделяя некоторое количество аммиака, а пары охлаждаются, выделяя (в виде конденсата) некоторое количество воды. Следовательно, в ректификаторе в результате изъятия из паров одного из компонентов — водяного пара и присоединения к нему другого — аммиака, повышается концентрация паров, и содержание в них аммиака увеличивается до 95—99,5%.

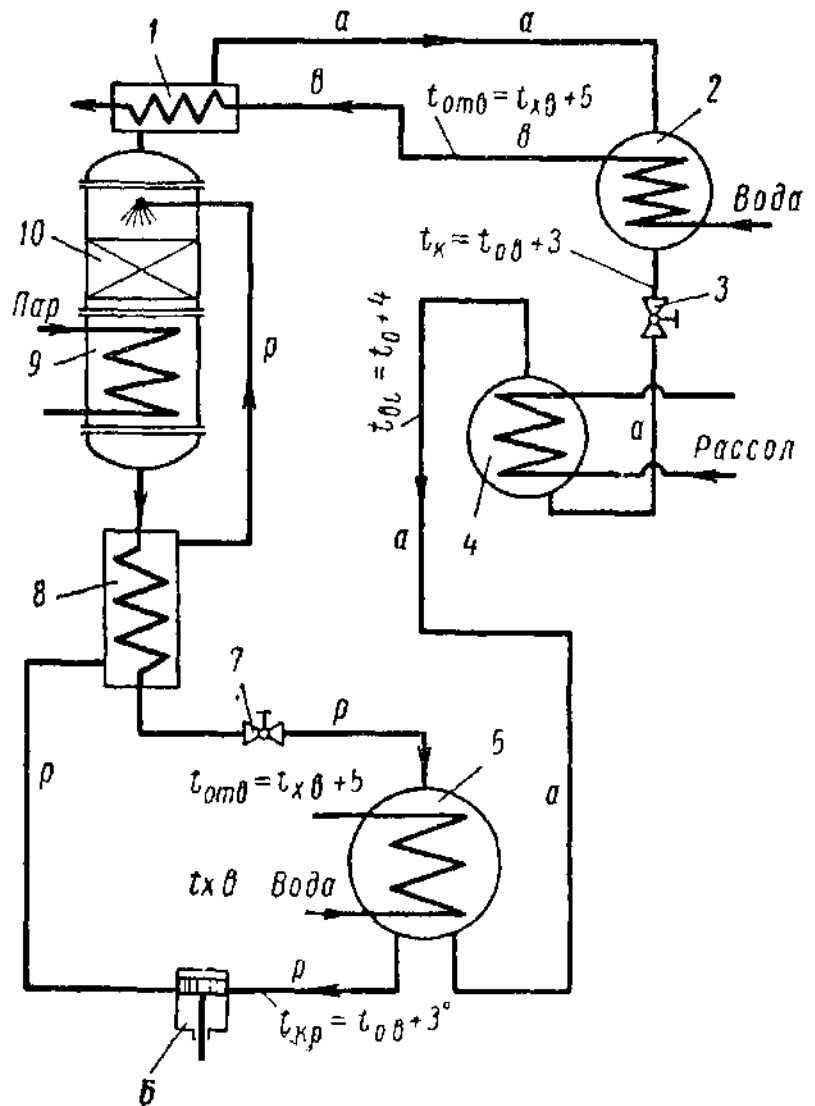


Рис. 111. Абсорбционная машина:

а — аммиак; в — вода; р — раствор

В аппарате-дефлегматоре 1 пары окончательно освобождаются от содержащейся в них остаточной воды. В этом аппарате пары охлаждаются примерно на 30° холодной водой, полученной из какого-либо природного источника. При таком значительном охлаждении водяные пары, которые сжижаются легче аммиачных, конденсируются. Флегма, т. е. сконденсированные водяные пары с содержанием небольшого количества аммиака, удаляется из дефлегматора и возвращается в ректификатор. Практически чистые аммиачные пары из дефлегматора направляются в конденсатор 2, где под воздействием холодной воды, проходящей в змеевике, конденсируются. Правильная регулировка температуры паров, выходящих из дефлегматора,

является одной из основных операций при эксплуатации абсорбционных холодильных машин. Чрезмерное переохлаждение паров после дефлегматора вызывает частичную конденсацию аммиачных паров, что заметно снижает производительность машины. Колонна, т. е. комплекс — кипятильник, ректификатор и дефлегматор, — в этом случае будет работать на себя, т. е. замкнутым циклом. В то же время недостаточное охлаждение паров после дефлегматора, приводит к значительному увеличению в парообразном аммиаке водяных паров, что ухудшает работу испарителя 4, так как в этом случае в испарителе для достижения того же температурного режима приходится поддерживать более низкое давление p_0 , а это в свою очередь ведет к ухудшению работы абсорбционной холодильной машины.

Жидкий аммиак из конденсатора подходит к регулирующему вентилю 3, дросселируется в нем и при пониженном давлении кипит в испарителе 4, отнимая тепло у рассола. Холодный рассол используется для охлаждения камер холодильника или других целей.

Парообразный аммиак из испарителя 4 направляется в абсорбер 5. Сюда же стекает слабый водоаммиачный раствор из генератора-кипятильника 9 и смешивается с ним. В абсорбере водоаммиачный раствор жадно поглощает, как бы отсасывает пары аммиака, вследствие чего создается возможность непрерывного кипения аммиака в испарителе.

При абсорбции выделяется большое количество тепла, которое отводится водой, проходящей по змеевику. Крепкий раствор, образующийся в абсорбере в результате поглощения паров аммиака слабым раствором, перекачивается насосом 6 для повторного процесса в генератор-кипятильник. На пути между генератором-кипятильником и абсорбером в схему установки включают теплообменник 8, в котором крепкий раствор на $40—50^\circ$ нагревается за счет охлаждения на $50—70^\circ$ горячего слабого раствора, идущего из генератора-кипятильника в абсорбер.

Процесс в теплообменнике весьма выгоден, так как при понижении температуры слабого раствора абсорбция протекает более энергично, а при повышении температуры крепкого раствора достигается экономия в затрате тепла на выпаривание аммиака в генераторе-кипятильнике. Так как давление в кипятильнике-генераторе высокое, а в абсорбере низкое, слабый раствор по пути из первого аппарата во второй проходит через дроссельный вентиль 7.

Назначение и принцип действия конденсатора, регулирующего вентиля, испарителя и большей части вспомогательных аппаратов, а также приборов в абсорбционных машинах те же.

что и в компрессионных машинах, поэтому и конструкция этих частей машины одинаковая, только маслоспускные устройства заменяются водоспускными. Поршневой компрессор в абсорбционной машине отсутствует, он заменен термохимическим компрессором, состоящим из генератора-кипятильника, абсорбера, насоса и дроссельного вентиля для слабого раствора, соединенных между собой трубопроводами.

АППАРАТЫ АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Рассмотрим устройство аппаратов, относящихся к термохимическому компрессору.

Генератор-кипятильник

Наиболее рациональным типом аппарата является вертикальнокожухотрубный генератор-кипятильник (рис. 112), предложенный проф. И. С. Бадилькесом. Большая нижняя часть внутри его вертикального кожуха занята трубчатой системой, в которой находится крепкий водоаммиачный раствор, стекающий пленкой по внутренней поверхности труб. Греющий пар поступает в межтрубное пространство, отделенное от других частей кожуха трубными досками, он подводится через левый верхний, а отводится из генератора через нижний правый патрубок. Образующийся в генераторе-кипятильнике пар с высокой концентрацией аммиака собирается в верхней части кожуха и отводится через патрубок по стрелке.

Крепкий раствор подается в генератор через правый верхний патрубок, а слабый отводится через патрубок в нижней части аппарата.

Коэффициент теплопередачи вертикальнокожухотрубного генератора-кипятильника с пленочным орошением составляет около 800, в то время как горизонтальнокожухотрубного лишь 500 $\text{ккал/м}^2\text{час}^\circ\text{С}$. Существуют также конструкции элементных генераторов.

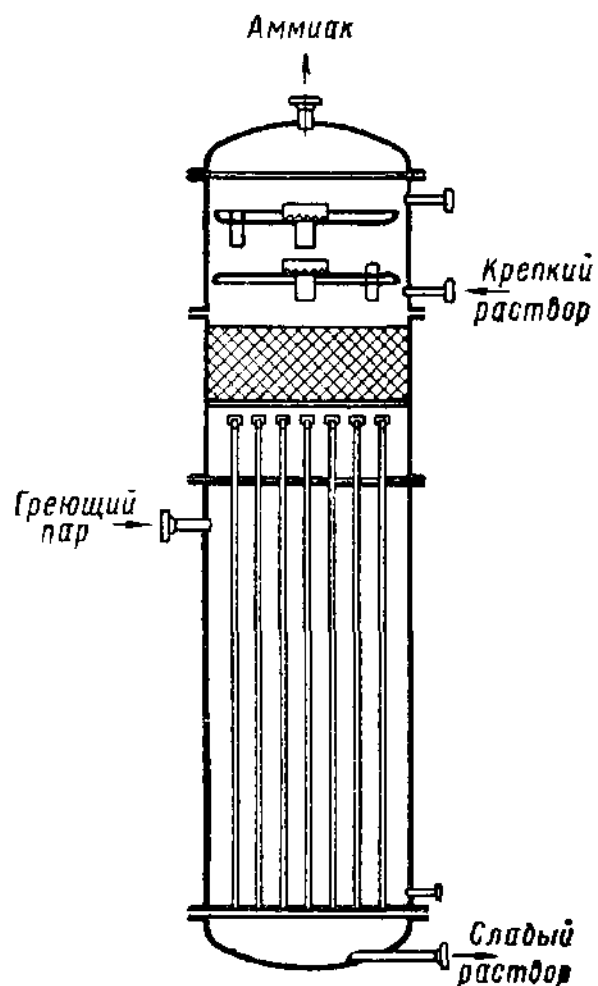


Рис. 112. Генератор-кипятильник

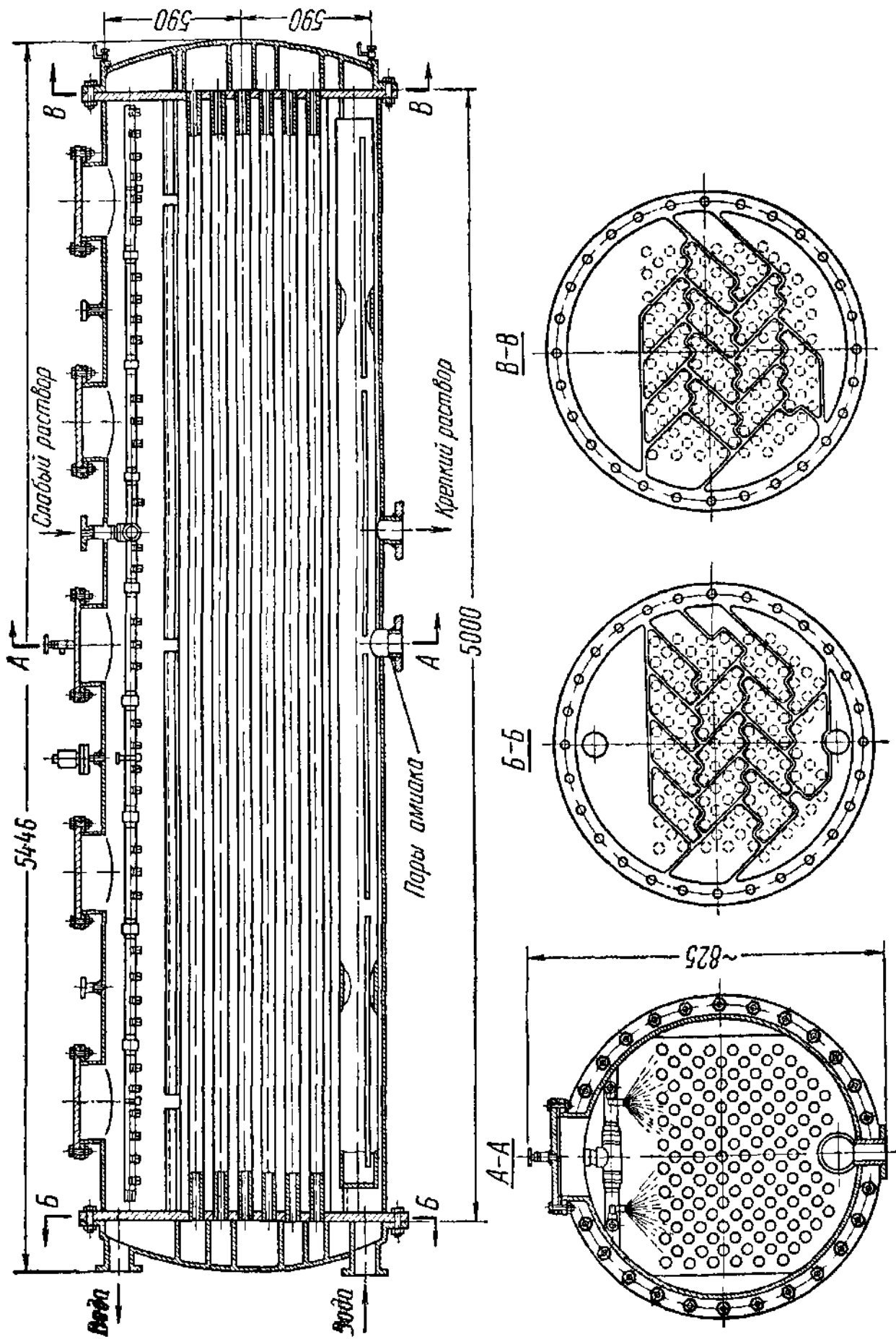


Рис. 113. Абсорбер

Абсорбер

Абсорбер горизонтально-оросительного типа (рис. 113) представляет собой кожух, внутри которого находятся водные трубы, ввальцованные в торцовые трубные доски, и оросительная система, смонтированная в верхней его части. Кожух снабжен крышками с перегородками для повышения скорости воды в абсорбере (принцип многоходовости). Слабый раствор, поступаая через верхний патрубок кожуха в распределительную систему, равномерно орошает водяные трубы.

Пары аммиака из испарителя поступают в абсорбер через нижний патрубок кожуха и проходят в аппарате навстречу стекающему слабому раствору, который жадно поглощает аммиак, в результате чего образуется крепкий раствор. Через специальный патрубок в нижней части кожуха крепкий раствор перекачивается в генератор-кипятильник. Теплота поглощения отводится водой, протекающей по трубчатой системе абсорбера.

Коэффициент теплопередачи такого абсорбера составляет $250 \text{ ккал/м}^2 \text{ час}^\circ \text{С}$. Существуют также абсорберы элементные, двухтрубные и др.

Насос для водоаммиачного раствора

Обычно применяются насосы поршневого типа, которые должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к насосам для перекачивания кипящих жидкостей. Устанавливают их под абсорбером, что необходимо для создания напора при заполнении насоса, так как иногда даже незначительное разряжение в процессе всасывания вызывает вскипание раствора, нарушающее его работу. Число оборотов насоса не должно превышать 30 в минуту.

Кроме поршневых применяются также центробежные и ротационные насосы.

Ректификатор

Ректификатор выполняют в виде кожуха, внутри которого размещается насадка из тарелок или керамических колец (пустотелых цилиндров).

Тарелки в кожухе располагают в виде каскадной системы. Раствор подается на тарелку, откуда стекает через переливную трубку. Пар поднимается снизу вверх через отверстия, покрытые колпачком с прорезями в нижней части, барботируя через

слой раствора. Непосредственным соприкосновением пара с жидкостью достигается его охлаждение и ректификация.

При использовании керамических колец, орошаемых раствором, пар также проходит через них снизу вверх. И в этом случае непосредственный контакт между паром и раствором приводит к охлаждению и ректификации паров.

Часто в ректификаторе совмещают оба вида насадок (рис. 114).

Ректификатор располагают обычно в верхней части генератора-кипятильника и конструктивно объединяют с ним.

Для окончательного отделения водяных паров за ректификатором в схему включается дефлегматор (теплообменный двухтрубный, кожухотрубный или кожухозмеевиковый аппарат).

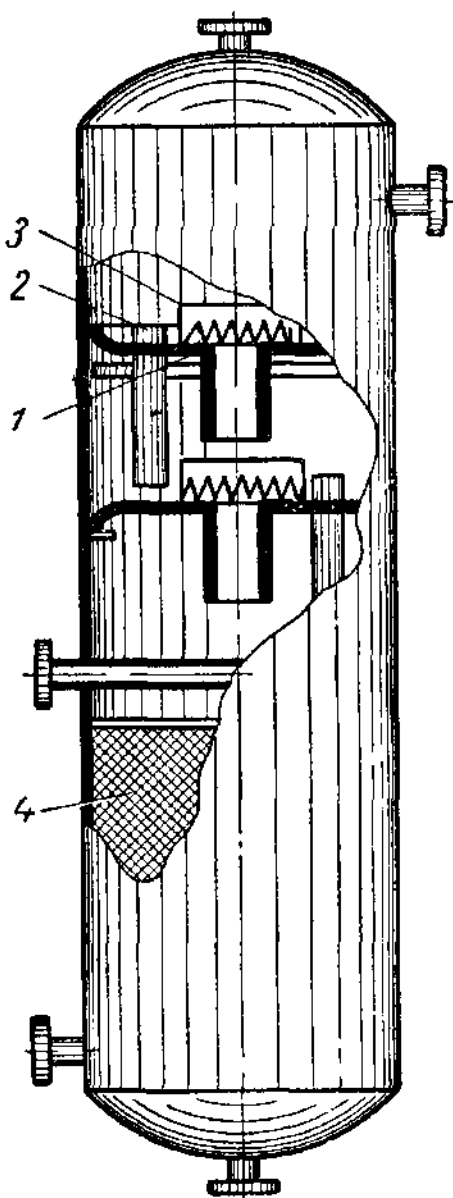


Рис. 114. Ректификатор:
1 — тарелка, 2 — переливная трубка, 3 — колпачок, 4 — цилиндрические кольца

Теплообменник

Теплообменник выполняют обычно в виде элементного двухтрубного или кожухотрубного аппарата. В трубах его протекает слабый водоаммиачный раствор (из генератора-кипятильника в абсорбер), а в межтрубном пространстве противоток — крепкий раствор (из абсорбера в генератор-кипятильник).

Коэффициент теплопередачи для элементных и двухтрубных теплообменников составляет 600—800, для кожухотрубных 300—400 ккал/м² час °С.

ПРИМЕНЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ МАШИН В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ РАБОТЫ

В рыбной промышленности СССР применяют абсорбционные холодильные машины больше, чем в других областях пищевого производства. Несколько десятков абсорбционных холодильных установок различной холодопроизводительности сооружено на береговых предприятиях рыбной промышленности Камчатки, Сахалина и Охотского побережья, в районах, имеющих возмож-

ность широко использовать местные источники тепла, приемлемые для абсорбционных холодильных машин.

В период с 1938 по 1945 г. на рыбокомбинатах Камчатки были сооружены холодильники емкостью 500 т с морозильными установками производительностью до 20 т/сутки, оборудованные абсорбционными холодильными установками холодопроизводительностью до 150 тыс. ккал/час при $t_0 = -32^\circ$ и $t = 25^\circ$.

В каждую абсорбционную установку входило: по два генератора-кипятильника поверхностью по $9,5 \text{ м}^2$, два абсорбера поверхностью по 65 м^2 , два дефлегматора по 2 м^2 , два водоаммиачных насоса производительностью по 2000 л/час, теплообменник поверхностью 36 м^2 , испаритель 50 м^2 , конденсатор 50 м^2 , переохладитель $6,8 \text{ м}^2$ и газовый переохладитель $2,6 \text{ м}^2$.

Сооружением этих холодильников было положено начало промышленному использованию в рыбной промышленности абсорбционных холодильных машин.

В дальнейшем для предприятий рыбной промышленности Дальнего Востока были разработаны абсорбционные холодильные установки холодопроизводительностью 100 тыс. ккал/час при $t_0 = -35^\circ$ и $t = 30^\circ$. Они смонтированы на береговых холодильниках емкостью 700 т и производительностью по замораживанию рыбы 50 т/сутки (по три установки на каждом холодильнике). Эксплуатация этих машин показала их надежную работу, обеспечивающую поддержание в холодильных камерах запроектированного температурного режима.

По расчетам ВНИХИ средняя стоимость в условиях Камчатки 1000 ккал холода, выработанных абсорбционной установкой, составляет 11,1 коп., в то время как 1000 ккал холода, выработанных компрессионной установкой, — 19,2 коп.

Расчеты показывают, что абсорбционные холодильные машины целесообразно устанавливать также на рефрижераторных судах; по энергозатратам в условиях эксплуатации рефрижераторных судов абсорбционные холодильные машины (АХМ) выгоднее, чем компрессионные (КХМ), что показывают кривые на рис. 115.

Несмотря на это абсорбционные холодильные машины применяют на судах лишь в единичных случаях, что объясняется трудностью эксплуатации отдельных аппаратов установки во время качки судна и отсутствием серийного выпуска оборудования. В этом отношении представляет большой интерес опыт эксплуатации рефрижератора «Невельск», на борту которого смонтирована абсорбционная холодильная установка холодопроизводительностью 500 тыс. ккал/час при $t_0 = -40^\circ$ и $t = 30^\circ$. Принципиальная схема этой установки показана на рис. 116.

На судне установлены четыре воздушных морозильных агрегата интенсивного действия общей производительностью 50 т/сутки рыбы. В трюмах рефрижератора емкостью 3750 м³ при помощи воздушного охлаждения поддерживается температура -15° .

Опыт работы холодильной установки рефрижератора «Невельск» показывает возможность и целесообразность дальнейшего применения судовых абсорбционных установок.

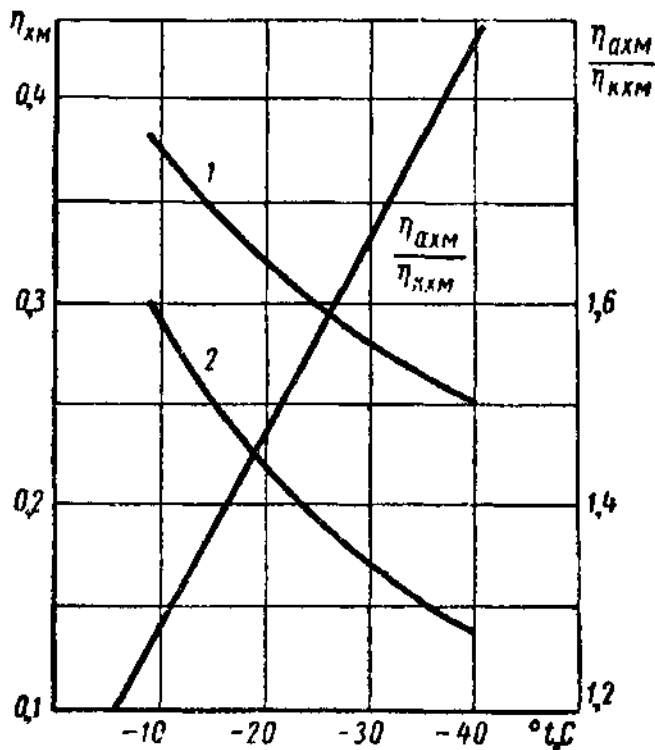


Рис. 115. Тепловые коэффициенты при $t = 30^{\circ}$:

1 — абсорбционные машины, 2 — компрессорные машины

Однако даже при наличии безусловной целесообразности применения абсорбционных машин (на дизельных судах — использование тепла отходящих газов, на береговых предприятиях — дешевые источники тепла) они пока имеют малое распространение, что объясняется наличием непреодоленных еще недостатков в конструкции и компоновке аппаратов машины. По сравнению с компрессионными абсорбционные машины имеют большой вес и громоздки, в них больше расходуется охлаждающей воды.

Работами советских специалистов (проф. Усюкина, инж. Лурье) в области конструирования комплектации и компоновки

судовой абсорбционной машины доказано, что эти недостатки вполне преодолимы.

В абсорбционных установках, как и в компрессионных, все большее применение находят приборы автоматики: в схему установки включаются соленоидные вентили, контактные термометры и другие приборы. Контактные термометры, замыкая и размыкая электрическую цепь при достижении соответствующих температур, открывают соленоидные вентили для подачи пара в генераторы-кипятильники и воды в абсорберы.

Абсорбционные холодильные установки могут быть изготовлены практически любой холодопроизводительности. Широкое применение находят машины малой холодопроизводительности, используемые в торговых и домашних шкафах; разработаны и применяются машины холодопроизводительностью 10—30 тыс. ккал/час; на предприятиях и судах рыбной промышленности — установки холодопроизводительностью 100—500 тыс. ккал/час

и в химической промышленности очень мощные абсорбционные машины.

Приведем некоторые эксплуатационные показатели для машин холодопроизводительностью 30 и 100 тыс. ккал/час. В первой машине на 1000 ккал при температуре испарения $-17 \div -18^\circ$

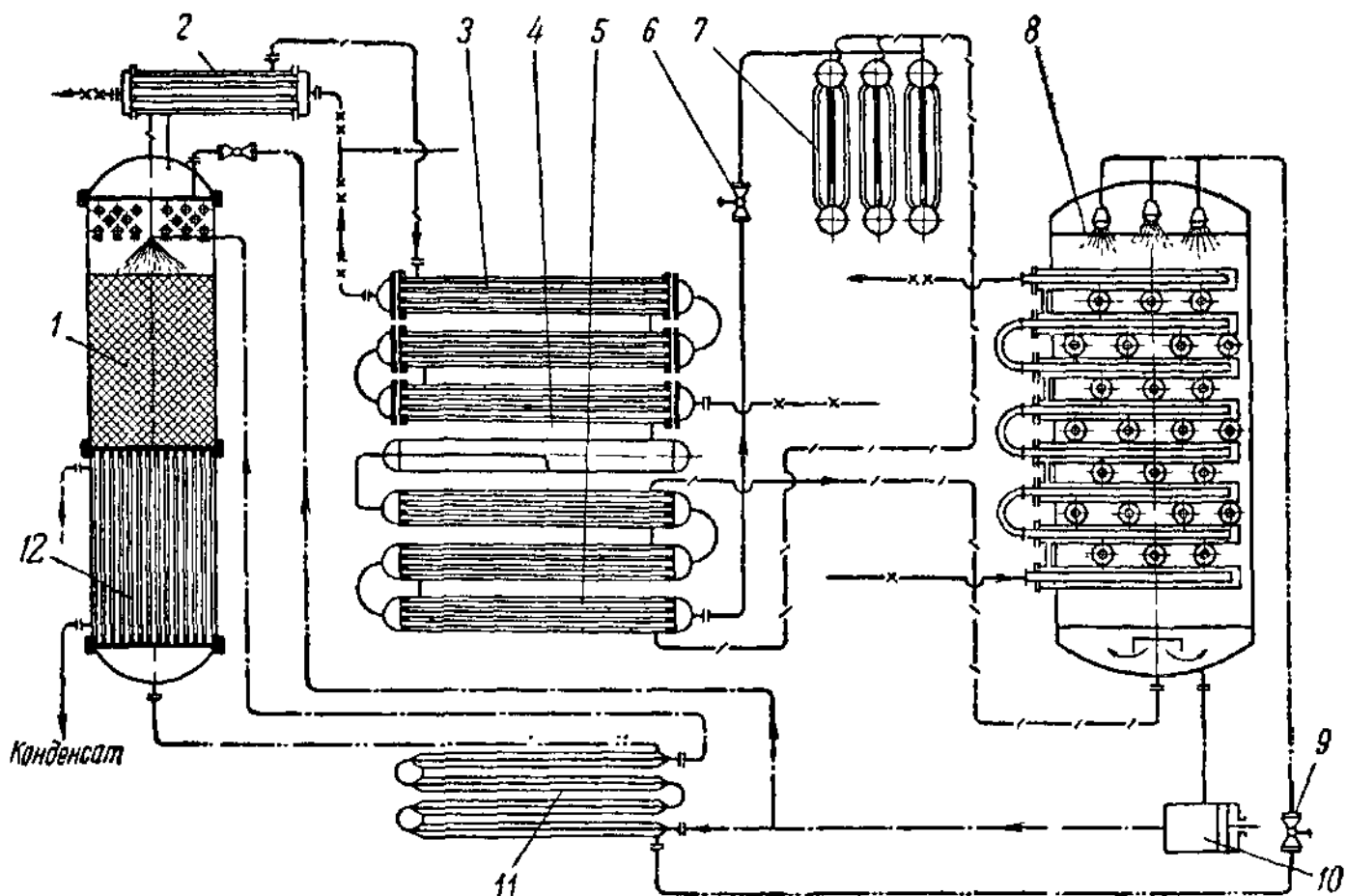


Рис. 116. Принципиальная схема абсорбционной холодильной машины: 1 — ректификатор, 2 — дефлегматор, 3 — конденсатор, 4 — ресивер жидкого аммиака, 5 — переохладитель, 6 — регулирующий вентиль, 7 — испаритель, 8 — абсорбер, 9 — регулирующий вентиль на слабом растворе, 10 — насос, 11 — теплообменник, 12 — генератор-кипятильник

- | | | | |
|-----------|----------------------|-------------|-------------------|
| — · — · — | крепкий раствор, | — · — · — | слабый раствор, |
| — / — / — | газообразный аммиак, | — — — — | жидкий аммиак. |
| — х — х — | свежая вода, | — хх — хх — | отработанная вода |
| — — — — | греющий пар | | |

расход греющего пара составляет 4,5—5,5 кг, при температуре испарения $-29 \div -30^\circ$ от 5,5 до 6,5 кг; расход охлаждающей воды с температурой $16-18^\circ$ при этих температурах испарения соответственно 200—225 и 300 л. Во второй машине при $t_0 = -45^\circ$ и $t = 30^\circ$ общий расход греющего пара (давлением 4 атм) — 570 кг/час, общий расход охлаждающей воды (с температурой 22°) — 55 м³/час.

Для крупных абсорбционных установок на каждые 1000 ккал холодопроизводительности в среднем составляет: расход греющего пара 4—7 кг, охлаждающей воды (в зависимости от температуры) 250—450 л.

Изготовление аппаратов, проектирование установок и техническая эксплуатация их должны осуществляться при строгом соблюдении правил техники безопасности. Согласно этим правилам для заполнения системы рабочим веществом следует применять только дистиллированную воду; при образовании водно-аммиачного раствора жидкий аммиак вводить постепенно и с осторожностью.

В местностях с благоприятными климатическими условиями абсорбционные холодильные установки могут быть смонтированы вне помещения, и в закрытое помещение вынесены только измерительные приборы и насосы.

Для достижения наиболее целесообразного режима работы абсорбционной холодильной машины рекомендуется вести процесс при соблюдении следующих соотношений:

температура слабого раствора на $15\text{--}25^\circ$ ниже температуры греющего источника;

температура крепкого раствора равна температуре конденсации и на $3\text{--}4^\circ$ выше температуры отепленной воды;

температура паров после дефлегматора на 20° выше температуры конденсации;

давление в генераторе на $0,3\text{--}0,6$ ат выше давления конденсации;

давление в абсорбере на $0,05\text{--}0,1$ ат ниже давления кипения холодильного агента и давление крепкого раствора после насоса на $0,5\text{--}1,0$ ат выше давления в генераторе.

Необходимо тщательно контролировать уровень жидкости в аппаратах, следить за ее концентрацией и не допускать забрасывания флегмы в конденсатор.

В области исследования процессов абсорбционных холодильных машин и конструктивного их усовершенствования значительная работа проводится ВНИХИ и рядом специалистов (проф. И. С. Бадилькес, проф. Б. М. Блиер, проф. Л. М. Розенфельд и др.). Результаты этой работы служат основанием для более широкого применения абсорбционных холодильных установок во многих областях промышленности Советского Союза.

Глава VI .

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Холодильное оборудование — основное и вспомогательное, с контрольно-измерительными аппаратами и приборами, а также приборами автоматики предназначается для производства определенного количества холода и рационального использования его в технологических целях.

Важным условием осуществления основных функций холодильного предприятия является правильная техническая эксплуатация оборудования, так как только при этом условии можно проводить научно обоснованные процессы холодильной обработки продуктов, создать и поддерживать оптимальный режим хранения. Кроме того, правильная техническая эксплуатация оборудования является условием более продолжительного использования оборудования, его безаварийности, безопасности в работе обслуживающего персонала, снижения себестоимости и сохранения высокого качества выпускаемой продукции.

Инженерно-технический персонал, ответственный за эксплуатацию оборудования холодильников (машинисты, механики, инженеры), должен хорошо знать техническую часть предприятия, схему холодильной установки и ее технические возможности (взаимозаменяемость элементов установки, переключения трубопроводов и т. д.), принцип действия, конструкцию, особенности и техническую характеристику всех элементов холодильной установки, а также правила техники безопасности на холодильных установках и инструкции по их обслуживанию.

Холодильная установка действует безотказно и четко, если оборудование правильно смонтировано и испытано, систематически подвергается техническому осмотру и профилактическому ремонту. После того как холодильная установка смонтирована, она должна быть подготовлена для нормальной эксплуатации, испытана на прочность и плотность, из системы удаляют воздух и воду, а затем ее заполняют чистым холодильным агентом.

Техническая эксплуатация холодильных установок неавтоматического действия значительно отличается от эксплуатации

автоматизированных установок; так, в последнем случае многие операции регулирования и управления холодильными процессами с большой четкостью осуществляются механизмами и приборами. Рассмотрим наиболее важные моменты технической эксплуатации основного холодильного оборудования.

ПУСК В ХОД И ОСТАНОВКА ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Пуск в ход холодильной машины должен осуществляться работником, хорошо знающим схему холодильной установки, устройство и особенности ее частей и указания завода-изготовителя данного оборудования. Перед пуском машины машинист должен документально проверить причину последней остановки машины (по журналу машинного отделения) и, если причиной явилась неисправность машины, убедиться, что она устранена.

Машинист должен также проверить наличие в компрессоре смазочного масла, тщательно осмотреть компрессор и удалить посторонние предметы от движущихся частей, на водяных трубопроводах открыть вентили, через которые питаются водой охлаждающая рубашка компрессора и конденсатор, проверить открыты ли вентили на нагнетательном трубопроводе от компрессора до конденсатора, а также на последующих участках до регулирующего вентиля и испарителя, за исключением самого регулирующего вентиля, нагнетательного и всасывающего вентиля компрессора, которые должны быть закрыты.

Машинист, пускающий машину, проводит следующие операции: открывает нагнетательный клапан у компрессора и вентили у манометров. Затем включает двигатель компрессора и наблюдает за показаниями контрольно-измерительных приборов. После этого открывает всасывающий вентиль компрессора, делая это постепенно, чтобы исключить возможность попадания в компрессор жидкого холодильного агента, могущего вызвать гидравлический удар. При рассольной системе охлаждения вслед за пуском компрессора включает мешалки испарителей и рассольные насосы.

Работающий компрессор отсасывает из испарительной системы холодильный агент и, когда давление в системе будет соответствовать заданному режиму работы машины, приоткрывает регулирующий вентиль. В дальнейшем должна быть найдена такая позиция регулирующего вентиля, при которой машина устойчиво работает по заданному режиму.

Чтобы остановить холодильную машину, нужно прежде всего закрыть регулирующий вентиль, затем закрыть всасывающий вентиль компрессора и остановить компрессор. Вслед за остановкой компрессора быстро закрывают вентиль на нагне-

тательной стороне. После этих основных операций выключают все другие элементы установки (водяные и рассольные насосы, мешалки и т. д.). Если холодильная машина остановлена на длительный срок, закрывают все запорные вентили установки.

В машинах, состоящих из двух компрессоров и осуществляющих процесс двуступенчатого сжатия, подготовка к пуску и пуск компрессоров производятся аналогично машине одноступенчатого сжатия, но в этом случае необходимо последовательно ввести в действие компрессор высокой ступени; произвести отсос паров холодильного агента из промежуточного сосуда, доведя в нем давление и температуру до значений, соответствующих установившемуся режиму работы; включить водяной промежуточный охладитель и пустить компрессор низкой ступени.

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Холодильная установка обычно работает при часто меняющихся внешних условиях — теплопритоки холодильника то увеличиваются, то уменьшаются. Если за этими условиями не следить, холодильная машина, не имеющая специальных автоматических приборов регулирования, не сможет обеспечить устойчивой работы по заданному режиму. Заданный режим работы машины (температуры испарения, конденсации, переохлаждения) поддерживают непрерывным регулированием работы установки, в котором важная роль принадлежит регулирующему вентилю.

Количество жидкого холодильного агента, поступающего в испарительную систему, и теплоприток должны находиться в строгом соответствии. Если это условие нарушается, например при неизменном теплопритоке, увеличивается подача в испарительную систему холодильного агента, последний, не успевая выкипать, накапливается в ней, что приводит к нарушению заданного режима в испарителе (повышается давление и температура испарения агента).

При чрезмерном открытии регулирующего вентиля количество поступающей в испарительную систему жидкости превышает количество паров, образующихся в ней, батареи переполняются жидким аммиаком и возникает опасность гидравлических ударов в компрессоре.

При недостаточном открытии регулирующего вентиля подача жидкого холодильного агента через него уменьшается и в батареи жидкости поступает меньше, чем выкипает. В этом случае батареи недостаточно заполняются жидким аммиаком, верхние части их омываются перегретым паром, который характеризуется более низким коэффициентом теплоотдачи при

кипении аммиака. Компрессор отсасывает определенный объем пара, в то время как количество пара, образующегося в батареях, уменьшается, поэтому давление и температура кипения агента понижаются и нарушается заданный температурный режим в камере.

Следовательно, регулирующий вентиль, изменяя подачу жидкого холодильного агента в испарительную систему, влияет на теплопередачу в ней, а это приводит к изменению количества паров, отсасываемых компрессором. Если в испарительной системе образуется больше паров, чем отсасывается компрессором, то давление и температура кипения повышаются, если меньше, — то они понижаются.

Таким образом, поддержание температуры испарения агента достигается регулированием подачи его через регулирующий вентиль.

Через регулирующий вентиль должно быть подано в испаритель столько жидкого агента, сколько его может испариться при данном теплопритоке и сколько компрессор может отсосать паров агента из испарителя за тот же период времени. Это главное условие установившегося режима работы холодильной установки.

При переполнении испарительной системы или отделителя жидкости, в результате поступления в компрессор паров повышенного влагосодержания или жидкого агента, в нем могут возникнуть гидравлические удары, которые вызывают серьезные последствия. Эти явления наблюдаются чаще всего в системах непосредственного испарения, где они происходят в результате нарушения нормальных режимов работы установки или из-за несовершенства охлаждаемых систем. При переменных тепловых нагрузках в камерах происходит выброс части жидкого агента из батарей в отделитель жидкости, переполнение которого может привести к попаданию жидкости в компрессор. Чтобы избежать этого, отделитель жидкости и ресивер соединяют переливной трубой, но при этом ресивер должен быть большей емкости.

При переменных тепловых нагрузках батарей наблюдаются большие колебания в заполнении их жидким аммиаком, что также может явиться причиной попадания жидкости в компрессор. В этом отношении выгодно отличаются шланговые батареи с верхней подачей в них жидкости так как в этих системах, даже при резко переменных тепловых нагрузках, заполнение батарей жидким аммиаком и характер течения жидкости не изменяется и не сопровождается выбросом ее из батарей. В этом случае гидравлические удары маловероятны.

Иногда жидкость накапливается во всасывающем и даже

нагнетательном трубопроводе, и это также может явиться причиной гидравлического удара в компрессоре.

Температурный режим в конденсаторе и переохладителе регулируют подачей к этим аппаратам соответствующего количества охлаждающей воды. В процессе эксплуатации машинист должен следить, чтобы температура кипения агента была на $5-6^\circ$ ниже температуры рассола в испарителе и на $10-12^\circ$ ниже температуры воздуха в камерах холодильника. Температура конденсации должна быть на $4-5^\circ$ выше температуры уходящей из конденсатора воды, а температура переохладения на $2-3^\circ$ выше температуры входящей воды.

Большое значение при осуществлении контроля и регулирования работы холодильной установки имеют контрольно-измерительные приборы: манометры на всасывающем и нагнетательном патрубках компрессора, термометр перед регулирующим вентиляем и на нагнетательном и всасывающем патрубках компрессора, за показаниями которых должен непрерывно наблюдать машинист.

ПРАВИЛЬНАЯ РАБОТА И ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НЕЕ

По некоторым производственным признакам и по показаниям контрольно-измерительных приборов можно судить о нормальной и правильной работе холодильной машины. К ним относятся: соотношения между температурами агента, рассола, воздуха в камерах и охлаждающей воды; нагрев воды в конденсаторе, который должен быть около 5° ; нагрев рассола в батареях до $2-3^\circ$; нормальная температура перегрева сжатых паров (для аммиака $70-125^\circ$); нормальный нагрев трущихся частей компрессора (поршневой шток, подшипники), температура которых не должна превышать температуру машинного отделения более чем на 30° ; равномерное, легкое, но отчетливое постукивание в компрессорах со шпindelными клапанами и почти бесшумная работа компрессоров с пластинчатыми клапанами; отсутствие утечек из системы холодильного агента; равномерное колебание стрелок манометров.

Опыт эксплуатации показывает, что наиболее частыми ненормальностями в работе холодильной установки следует считать:

неправильное регулирование работы машины, при котором не достигается установившийся заданный режим. Не соответствующее теплопритоку открытие регулирующего вентиля вызывает влажный или излишне сухой ход компрессора;

неправильное заполнение системы холодильным агентом (недостаточное количество агента или переполнение им системы).

Эта ненормальность обнаруживается манометром по пониженному давлению в конденсаторе и испарителе в случае недостаточного заполнения системы агентом и по повышенному давлению в случае переполнения системы агентом. Недостаточное количество агента в системе сразу сказывается на понижении холодопроизводительности установки. Переполнение системы агентом часто приводит к влажному ходу компрессора; присутствие в системе воздуха, что вызывает повышение давления в конденсаторе и большой перегрев парообразного агента; его обнаруживают по сильным и резким колебаниям стрелки манометра на нагнетательной стороне;

недостаточная подача воды на конденсатор, вследствие чего повышается давление в конденсаторе и вода нагревается в нем более чем на 5° ;

засорение регулирующего вентиля, что приводит к повышению давления в конденсаторе и сильному перегреву пара. При открытии засоренного вентиля температура кипения холодильного агента не повышается;

загрязнение трубчатых систем конденсатора и испарителя (скопление в трубах масла, образование накипи и т. д.). Ненормальность, которая вызывает нарушение температурного режима работы машины (повышение температуры конденсации и понижение температуры кипения агента) и снижение ее холодопроизводительности;

неисправности отдельных частей компрессора — неплотности поршня, дефекты клапанов, неправильная набивка сальника, износ подшипников, неудовлетворительная смазка трущихся частей компрессора.

Только опытный машинист или механик может быстро установить действительную причину ненормальной работы машины, так как одни и те же признаки могут быть следствием различных причин. Например, повышенное давление в конденсаторе является следствием переполнения системы холодильным агентом, наличием в ней воздуха, недостаточной подачи воды, засорения регулирующего вентиля или загрязнения труб конденсатора.

ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПРЕССОРОВ

В процессе эксплуатации компрессоров наибольшее внимание уделяют его движущимся частям. Обслуживающий персонал должен следить за правильностью смазки трущихся частей, состоянием сальников и клапанов.

Смазочные масла, применяемые в холодильных установках, должны иметь соответствующую температуру воспламенения и застывания, они не должны содержать веществ, окисляющих

металлы, из которых сделаны смазываемые детали компрессоров. В холодильных установках применяют только минеральные масла. Наличие механических примесей в масле не допускается.

Для аммиачных машин используют масло марки ХА (фригус) с температурой вспышки не ниже 160° , а застывания — не выше -40° .

Для смазки фреоновых машин (фреон-12) применяется масло марки ХФ-12, которое характеризуется температурой помутнения смеси масла с фреоном не выше -28° .

Масло должно расходоваться по определенной норме, так как избыток или недостаток его в машине одинаково вредны. При избытке его оно проникает в систему холодильной установки, загрязняет и понижает эффективность работы теплообменных аппаратов. По данным ВНИХИ, слой масла 0,1 мм на внутренних поверхностях испарительных систем (батарей, аппаратов) понижает температуру кипения на $2,5^{\circ}$ и увеличивает расход энергии на 10—12%. Недостаток масла ухудшает работу машины, приводит к преждевременному износу и даже порче деталей компрессора, отрицательно сказывается на режиме работы машины.

Перед применением масла должны тщательно проверяться на их чистоту, кислотность, вязкость и зольность. Масло, утратившее свои основные свойства, заменяется свежим.

Ряд существенных показателей в работе холодильного компрессора устанавливаются индицированием компрессора, которое проводится не реже одного раза в год. Особенно важно снять и проанализировать индикаторную диаграмму до и после ремонта компрессора. Индикатор (рис. 117) — прибор, фиксирующий изменение давления в цилиндре компрессора за один оборот вала машины, состоит из миниатюрного цилиндра с поршеньком,

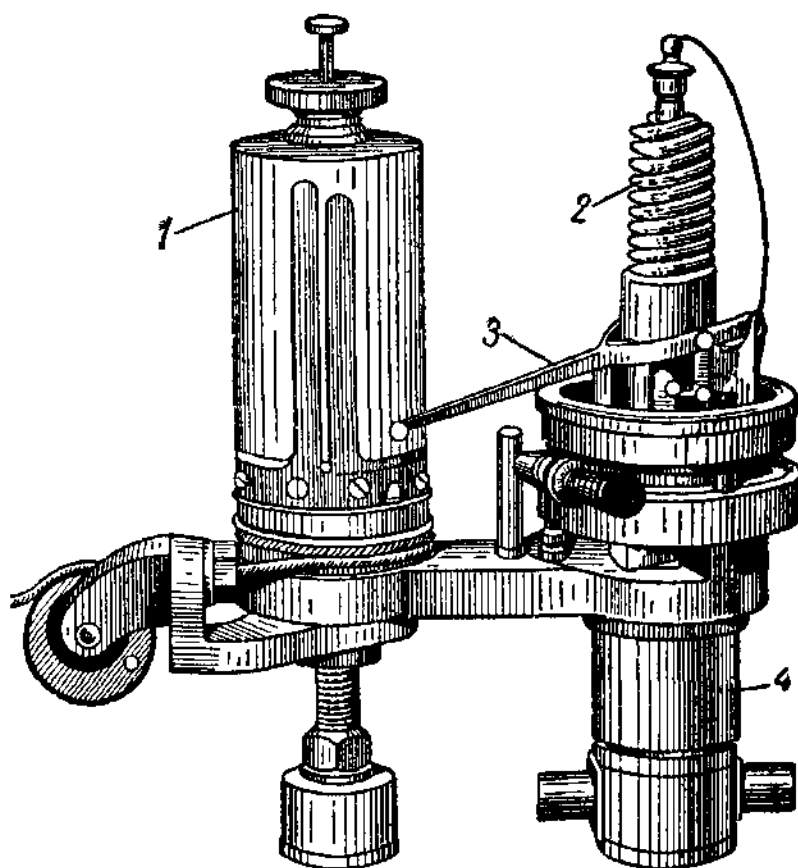


Рис. 117. Общий вид индикатора:
1 — барабан для бумажной ленты, 2 — калиброванная пружина, 3 — пицующий прибор, 4 — цилиндр с поршнем

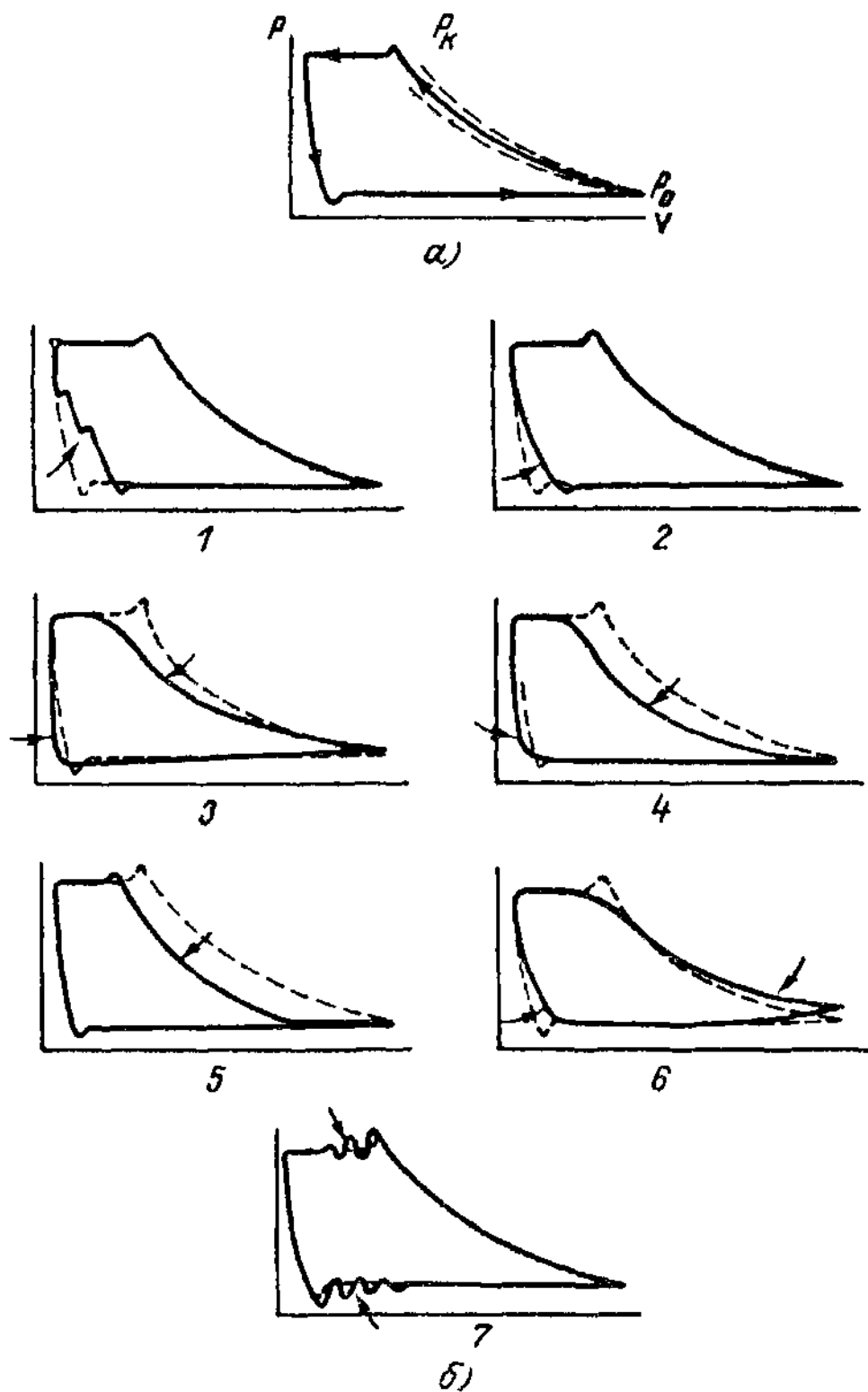


Рис 118 Индикаторные диаграммы

а — нормальная работа компрессора б — неправильная работа компрессора 1 — повторные подъемы нагнетательного клапана, 2 — влажный ход или большое вредное пространство, 3 — неплотности поршневых колец, 4 — пропуски всасывающего клапана, 5 — заедание всасывающего клапана, 6 — неплотности нагнетательного клапана, 7 — тугие пружины клапанов

калиброванной пружины, пишущего прибора и барабана для бумажной ленты-диаграммы. Записи на диаграмме используют для определения среднего индикаторного давления в цилиндре компрессора при вычислении работы сжатия и для обнаружения дефектов в работе клапанов, поршневых колец, сальника и других частей компрессора.

На рис. 118 приведены наиболее характерные случаи неправильной работы компрессора, зафиксированные индикатором. На этих диаграммах пунктирными линиями воспроизведены очертания нормальной диаграммы. Все неисправности индикатора, как и неправильное пользование им при индицировании компрессора, также отображаются на индикаторной диаграмме. Это требует внимательного анализа полученных индикаторных диаграмм, для того чтобы сделать правильные выводы о работе компрессора.

ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Важнейшим условием нормальной и достаточно эффективной работы теплообменных аппаратов (конденсаторов, испарителей, воздухоохладителей и батарей в холодильных камерах) является поддержание поверхностей теплопередачи и участвующих в процессе сред в состоянии благоприятном для теплообмена.

В отношении конденсаторов для выполнения этого условия необходимо: стремиться не допускать в трубчатую систему масло, а проникшее туда масло, а также воздух регулярно удалять, систематически очищать трубы конденсатора от накипи. Важно, чтобы вода на конденсатор подавалась непрерывно и в достаточном количестве; на оросительных конденсаторах необходимо следить за равномерностью орошения трубчатой системы водой и за тем, чтобы в жалюзных шатрах не образовывался туман. Равномерность орошения достигается правильным положением отбойных щитков на конденсаторе, а образование тумана предотвращается усиленной циркуляцией воздуха в жалюзном помещении (например, снять часть жалюзных досок).

В отношении испарителей важными моментами технического обслуживания являются: удаление масла, тщательная очистка поверхностей, поддержание соответствующего уровня жидкого агента и рассола, концентрация которого должна систематически контролироваться, безотказно должны работать мешалки и рассольные насосы.

Растворы солей оказывают корродирующее воздействие на металлы, что резко отрицательно сказывается на сроке службы рассольных систем. Наиболее сильно подвергаются коррозии

те металлические детали, которые попеременно подвергаются воздействию рассола и кислорода воздуха. Для уменьшения коррозии в рассол добавляют антикоррозийные вещества или так называемые пассиваторы (силикат натрия, хромовая соль, фосфорная кислота), а также принимают меры, препятствующие насыщению рассола кислородом воздуха и предохраняющие металлические части от прямого соприкосновения с рассолом и воздухом (не допускать взбалтывания рассола в местах его соприкосновения с воздухом, плотно закрывать рассольные баки, периодически окрашивать трубы и т. д.).

Тепловая изоляция испарителя должна поддерживаться в хорошем состоянии.

В сухих воздухоохладителях необходимо проверять трубчатую систему на плотность, не допуская утечек холодильного агента, следить за надежностью закрытия дверок кожуха и правильным положением шиберов. При нормальной работе воздухоохладителя его трубчатая система равномерно покрывается инеем, который должен систематически удаляться. Нельзя допускать нарастание на трубах инея толщиной более 5 мм.

В мокрых воздухоохладителях должна быть отрегулирована система орошения рассолом, безотказно работать форсунки, вентиляторы и насосы, поддерживаться определенная концентрация рассола.

Трубчатые батареи холодильных камер следует систематически очищать от инея (снеговой шубы) и освобождать от попавшего в них масла.

Батареи непосредственного испарения очищают от масла и механических примесей, продувая их горячими парами холодильного агента или воздухом в тот период, когда камера освобождена от продуктов.

Иней, образующийся на трубах воздухоохладителей и батареях, когда температура поверхностей их ниже точки росы и 0° , ухудшает теплопередачу и циркуляцию воздуха. На холодильниках снеговую шубу с батареей удаляют механическим способом или оттайкой горячими парами холодильного агента. Последний способ является наиболее совершенным и распространенным. На рис. 119 показана схема оттаивания инея с ресивером.

Снеговую шубу с батареей удаляют следующим способом: на батареях перекрывают вентили, через которые они питаются жидким аммиаком. Ресивер, свободный от аммиака, присоединяют к линии отсоса паров и батарей к отделителю жидкости, что понижает в нем давление до давления всасывания. Затем вентиль отсоса паров аммиака из батарей, предназначенных для оттаивания, закрывают, а вентиль на сливной линии откры-

вают. После этого жидкий аммиак из батарей самотеком поступает в расположенный ниже ресивер.

Когда батареи освобождены от жидкого аммиака, вентиль на сливной трубе перекрывают, а вентиль на трубопроводе подачи горячих паров аммиака в батареи открывают и оставляют

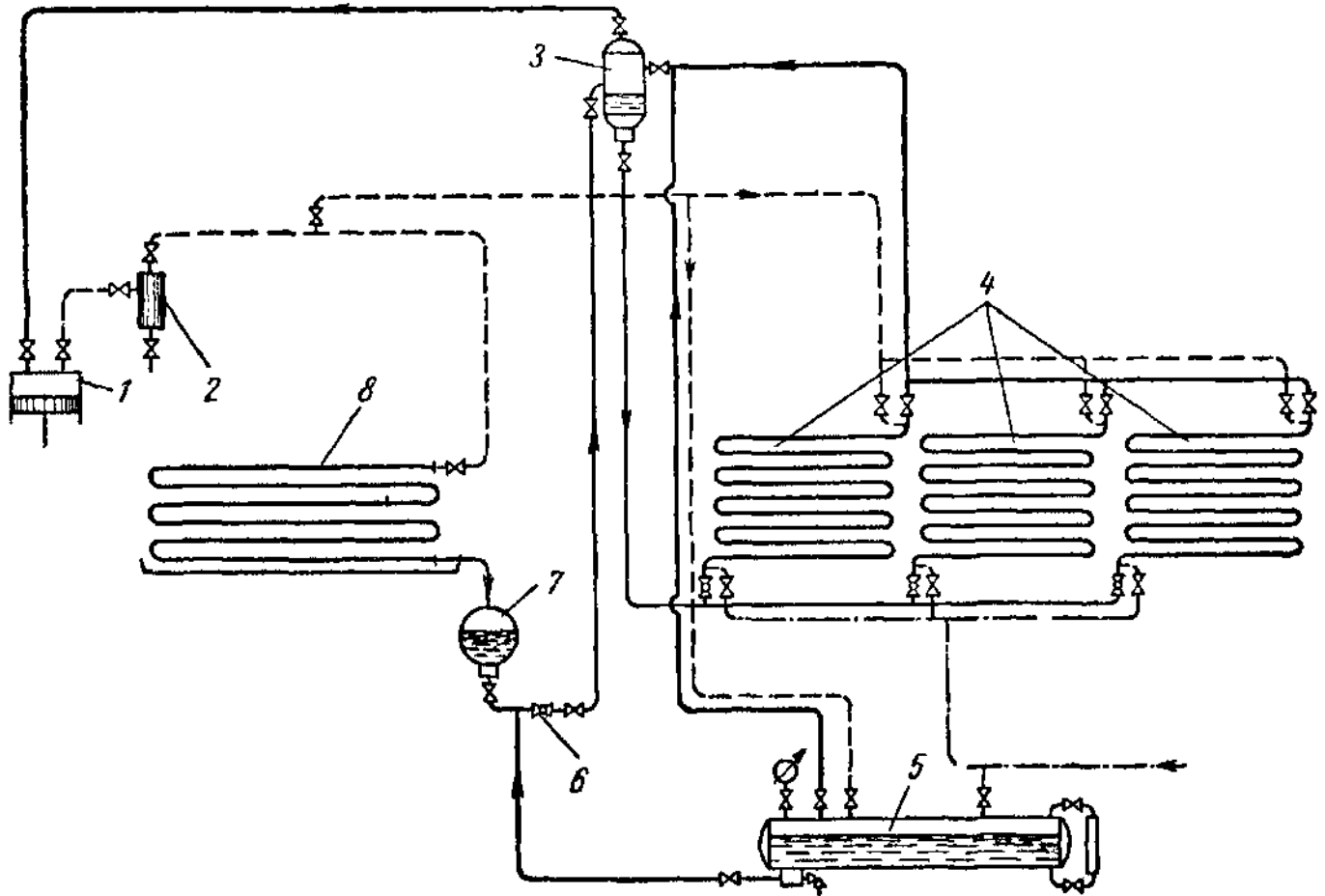


Рис. 119. Схема оттаивания инея с ресивером:

1 — компрессор, 2 — маслоотделитель, 3 — отделитель жидкости, 4 — батареи, 5 — ресивер оттаивания, 6 — регулирующий вентиль, 7 — линейный ресивер, 8 — конденсатор

в этом положении до тех пор, пока не заканчивается оттаивание. После этого трубопровод горячих паров отключают от батарей и от нагнетательного трубопровода. Затем открывают вентиль отсоса паров из батарей. Ресивер соединяют трубопроводом с линией подачи жидкого аммиака из конденсатора к регулирующей станции. Чтобы освободить ресивер от жидкого аммиака, регулируемую станцию временно отключают от конденсатора, и парами высокого давления жидкий аммиак из ресивера выдавливается через регулируемую станцию в батареи. Освобожденный от аммиака ресивер отключают от регулирующей станции и присоединяют к всасывающей линии. После этого восстанавливают нормальную подачу жидкого агента из конденсатора в систему.

Ресивер должен быть снабжен предохранительным клапаном, устройством для аварийного выпуска аммиака, маномет-

ром и мерным стеклом. Емкость ресивера должна быть рассчитана для приема всего жидкого аммиака, сливаемого из батарей, одновременно включаемых для оттаивания инея.

Особенностью этой схемы является то, что в процессе оттаивания горячими парами из батарей одновременно удаляется масло, которое вместе с аммиаком попадает в ресивер. Здесь оно отстаивается и направляется в маслосборник.

ДОБАВЛЕНИЕ В СИСТЕМУ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА

Холодильный агент, которым была заряжена система после монтажа установки, циркулирует по замкнутой герметизированной цепи, теоретически агент должен служить бесконечно долго. Однако в процессе эксплуатации часть его теряется системой

через неплотности в соединениях. Уменьшение количества холодильного агента в системе приводит к ухудшению работы компрессора (возникновение перегрева паров при сжатии, опасность повреждения клапанов и других деталей компрессора) и понижению холодопроизводительности машин.

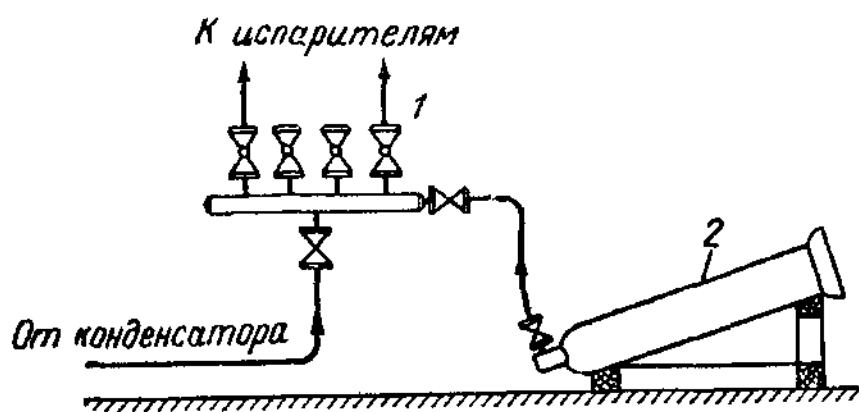


Рис. 120 Заполнение системы аммиаком
1 — регулирующая станция, 2 — баллон с аммиаком

Поэтому в систему должен периодически добавляться холодильный агент. Практикой установлены удельные нормы среднего расхода холодильного агента, в зависимости от системы (непосредственное охлаждение, рассольное и смешанное) и продолжительности работы установки (например, для аммиачной машины при непосредственном охлаждении — 2,5—3 кг в год аммиака на каждые 1000 и ккал/час холодопроизводительности машин). Этими нормами следует руководствоваться в процессе технической эксплуатации машины, однако по мере достижений в области конструкции машин, их монтажа и технической эксплуатации добавочный расход холодильного агента непрерывно уменьшается.

Пополнение системы холодильным агентом — операция ответственная, так как в ней участвуют сосуды, находящиеся под давлением (баллоны или цистерны), поэтому она осуществляется старшим машинистом или машинистом первой категории, предварительно получившим инструктаж от механика

Баллоны с холодильным агентом предварительно проверяют по весу (норма заполнения), дате последнего испытания и на содержание в нем именно данного агента. Например, к аммиачному баллону, открыв не надолго его вентиль, подносят индикаторную бумажку, которая под действием аммиака краснеет. Баллон присоединяют к регулирующей станции трубкой небольшого диаметра с накидными гайками (рис. 120). Жидкий холодильный агент переходит из баллона в систему вследствие разности давлений, так как в системе создан вакуум. Количество холодильного агента, перешедшего в систему, определяют по разности веса баллонов с холодильным агентом и без него.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Правила техники безопасности аммиачных холодильных установок определяют ряд положений, обязательных для должностного и инженерно-технического состава.¹ Они разделяют аммиачные холодильные установки на три группы: группа А — установки, содержащие в системе свыше 300 кг агента, группа Б — от 60 до 300 кг и группа В — от 20 до 60 кг по условному заполнению аппаратов установки аммиаком.

В отношении каждой группы правила устанавливают требования и нормы на материалы и конструкцию основных частей холодильной машины, арматуры и контрольно-измерительных приборов. В правилах изложены главные положения по эксплуатации холодильной установки и ее частей, указано, что трубопроводы холодильных установок должны иметь определенную окраску и на них стрелками обозначено направление движения рабочих веществ. Аммиачные трубопроводы окрашивают: синим цветом — всасывающие, желтым — жидкостные, красным — нагнетательные; рассольные трубопроводы: зеленым — нагнетательные, коричневым — сливные; водяные трубопроводы: зеленым цветом с желтыми кольцами — нагнетательные, зеленым с коричневыми кольцами — сливные.

В правилах даются указания о характере и нормах испытания машин и аппаратов при их изготовлении, монтаже и эксплуатации, а также сформулированы требования к составлению проектов холодильных установок и сооружений

¹ «Правила техники безопасности на аммиачных холодильных установках компрессионной и абсорбционной систем», утверждены Президиумом ЦК профсоюза рабочих пищевой промышленности 13 мая 1959 г., изданы ВНИИХИ, 1960.

Кроме того, в правилах изложены меры предупреждения несчастных случаев на холодильниках и даются рекомендации по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим.

К обслуживанию холодильной установки допускаются только лица (механики, машинисты, электрики, помощники машинистов), имеющие свидетельство квалификационной комиссии. Знание действующих правил и инструкций по обслуживанию холодильной установки и технике безопасности обязательно.

ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Техническая эксплуатация автоматически действующих установок в большой степени определяется качеством монтажа установки, предварительной проверкой, правильным включением в схему и тщательной настройкой автоматических приборов, а также высокой квалификацией обслуживающего персонала. Приборы автоматики, заменяя действия последних, обеспечивают в холодильных установках: регулирование подачи жидкого холодильного агента, рассола и охлаждающей воды; остановку компрессоров при чрезмерном повышении давления нагнетания или понижении давления всасывания; управление пуском и остановкой электродвигателей компрессоров, рассольных и водяных насосов; поддержание заданных температур в охлаждаемых помещениях и аппаратах; защиту компрессоров от гидравлических ударов и при нарушении режима смазки его трущихся частей.

Одновременно в установках автоматического действия предусмотрена предупредительная сигнализация о нарушении режима работы установки, чрезмерном повышении уровней холодильного агента и рассола, недостатке в картере компрессора масла и т. д. Для четкой и эффективной работы автоматически действующей холодильной установки необходимо: полное соответствие отдельных ее частей (компрессора, испарителя, конденсатора, приборов охлаждения) по их производительности; правильно выбрать и тщательно настроить систему регулирования, которая должна соответствовать заданным условиям работы установки; обеспечить нормальную работу системы смазки (подачу масла к трущимся деталям и циркуляцию его); обеспечить надежность соединений установки с гарантией безусловной плотности их; обеспечить надежность в работе движущихся частей компрессора (клапанов, масляного насоса и т. д.); тщательно очищать от загрязнений, освобождать от влаги и воздуха всю систему установки перед зарядкой ее холодильным агентом; точно и надежно отрегулировать все приборы автоматики в соответствии с заданным режимом их работы

ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Наряду с периодическим индицированием компрессора, результаты которого используются для вычисления величины затрачиваемой на компрессор работы, холодильную установку периодически испытывают для установления ее холодопроизводительности. Результаты этого испытания уточняют ее возможности в связи с теми или иными изменениями условий работы и выявляют недостатки, которые приводят к понижению холодопроизводительности. Устранение выявленных при испытании недостатков является весьма важным условием нормальной технической эксплуатации установки.

Холодопроизводительность можно определить по количеству циркулирующего в системе холодильного агента (холодопроизводительность брутто) и по внешним носителям холода — по рассолу, воздуху, воде (холодопроизводительность нетто, которая меньше холодопроизводительности брутто на величину неизбежных потерь в установке).

Для определения холодопроизводительности установки по количеству циркулирующего в ней холодильного агента необходимо включить на жидкостной линии измерительный аппарат (например, аппарат, работающий по принципу трубы Вентури с дифференциальным ртутным манометром). Показания этого аппарата служат для вычисления количества проходящего в системе аммиака

$$G_a = 284000 d_1^2 \sqrt{h},$$

где d_1 — диаметр трубы в широком сечении, *м*;

h — показания ртутного манометра, *мм*.

Определив величину G_a , вычисляют холодопроизводительность установки по формуле

$$Q_0 = G_a q_0 \text{ ккал/час},$$

где q_0 — холодильное действие агента (вычисляется по температурам в испарителе и перед регулирующим вентиляем), *ккал/кг*.

Холодопроизводительность установки (брутто) может быть определена также по нагрузке конденсатора Q_1 *ккал/час* и индикаторной мощности компрессора N_i *л. с.*, исходя из теплового баланса

$$Q_0 = Q_1 - 632 N_i.$$

Для установления тепловой нагрузки конденсатора измеряют расход циркуляционной воды G_w *кг/час* и ее температуру. Тогда

$$Q_1 = G_w c_w (t_{w2} - t_{w1}) \text{ ккал/час},$$

где c_w — теплоемкость входящей в конденсатор воды;
 t_{wa} — температура воды, уходящей с конденсатора, °С;
 t_{we} — температура воды, поступающей на конденсатор, °С.

Индикаторную мощность компрессора находят при помощи индикаторных диаграмм.

Холодопроизводительность установки (нетто) по количеству циркулирующего рассола определяют при помощи дроссельных шайб. Определив величину V_s м³/час, вычисляют холодопроизводительность

$$Q_0 = V_s \gamma_s c_s (t_{se} - t_{sa}) \text{ ккал/час},$$

где V_s — количество циркулирующего рассола, м³/час;
 γ_s — удельный вес рассола, кг/м³;
 c_s — теплоемкость рассола, ккал/кг час °С;
 t_{se} — температура рассола при входе в испаритель, °С;
 t_{sa} — температура рассола при выходе из испарителя, °С.

Если машина работает на воздухоохладитель, то холодопроизводительность может быть определена по формуле

$$Q_0 = \frac{V_e}{V_{be}} (i_{ie} - i_{ia}) \text{ ккал/сутки},$$

где V_e — объем воздуха, вошедшего в воздухоохладитель, м³/час;
 V_{be} — удельный объем воздуха при входе в воздухоохладитель, м³/кг;
 i_{ie} — энтальпия воздуха, входящего в воздухоохладитель, ккал/кг;
 i_{ia} — энтальпия воздуха, выходящего из воздухоохладителя, ккал/кг.

Расход воздуха определяется по скорости его в поперечном сечении канала.

УЧЕТ РАБОТЫ, ОСМОТР И РЕМОНТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В машинном отделении систематически ведут специальный журнал, в который записывают основные показатели работы холодильной установки: температурный режим работы машины (температура испарения, конденсации и переохлаждения агента), температуру перегрева агента, воды, поступающей в конденсатор и уходящей из него. В журнале отмечают также результаты замера плотности рассола, анализа воды и рассола и другие данные, характеризующие состояние и работу холодильной установки. По данным этого журнала можно проконтролировать режим работы установки и установить некоторые ненормальности в ее состоянии (например, по результатам анализа воды и рассола на аммиак — пропуски аммиака через неплотности в системе трубопроводов).

По данным журнала составляют ежемесячную отчетность о технической эксплуатации холодильной установки. В отчете подсчитывают выработку холода и расход энергии за месяц.

Периодический осмотр, проверка и планово-предупредительный ремонт холодильного оборудования является важным условием нормальной и долговечной работы холодильной установки. При периодическом осмотре оборудования составляется дефектная ведомость и немедленно устраняются мелкие дефекты оборудования. Планово-предупредительный ремонт осуществляется периодически (через каждые 720 часов работы установки); в задачу его входит устранение обнаруженных в процессе эксплуатации недостатков, а также замена некоторых ответственных частей машины — ремонт или замена клапанов, крепление движущихся частей, устранение пропусков холодильного агента, наладка сальника, подтяжка подшипников, очистка фильтров, наладка масляного насоса, проверка и наладка контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики.

Ежегодно в зимнее время проводится более основательный осмотр и ремонт компрессоров, конденсаторов, испарителей, насосов и вентилях. После 17—18 тыс. часов работы холодильной установки производится капитальный ремонт ее с осуществлением больших ответственных работ, таких, как расточка цилиндров компрессоров, замена поршней, переливка подшипников, очистка и ремонт аппаратов и других работ.