

# СХЕМЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

*Схемой холодильной установки* называется упрощенное изображение реальной или проектируемой установки, дающее представление как о наличии машин, аппаратов, приборов и других элементов оборудования, так и об их взаимном расположении.

# Требования

- 1) обеспечивать надежное поддержание заданного режима;
- 2) быть по возможности простой и не требовать больших затрат для ее монтажа;
- 3) быть наглядной и удобной для обслуживания;
- 4) обеспечивать безопасность персонала и долговечность установленного оборудования.

# ***Система охлаждения***

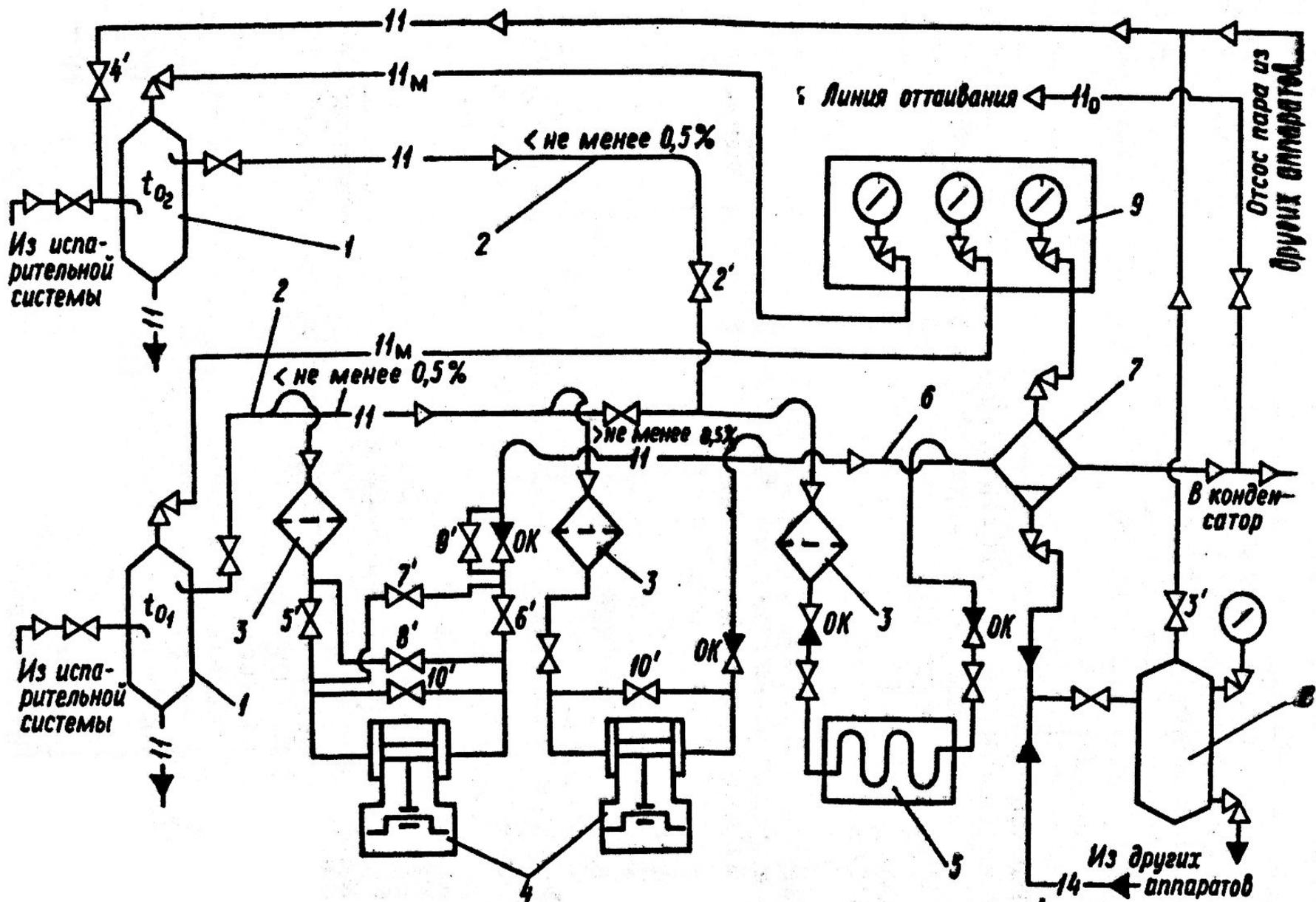
- часть холодильной установки, которая расположена между регулирующим вентилем и всасывающим патрубком компрессора; состоит из аппаратов, трубопроводов и вспомогательных элементов.

# Системы охлаждения классифицируются:

- По способу распределения рабочего вещества по потребителям холода - **непосредственного охлаждения** (безнасосные и насосно-циркуляционные) и **системы с жидкими хладоносителями** (открытого и закрытого типов).
- По способу отвода теплоты от потребителей холода способы **контактного и бесконтактного охлаждения.**

# **Схемы оборудования в компрессорном цехе**

- ***Узел одноступенчатых компрессоров на одну или несколько температур кипения***



1 - отделители жидкости; 2 - всасывающие трубопроводы; 3 - грязеуловители;  
 4 - поршневые компрессоры; 5 - винтовой компрессор; 6 - нагнетательный трубопровод; 7 - маслоотделитель;  
 8 - маслосборник; 9 - манометрическая станция; 1'-10' - вентили; ОК - обратный клапан

- Перед ремонтом аппаратов необходимо удалить из них хладагент и масло. При подготовке к ремонту конденсатора и линейного ресивера жидкий хладагент из них направляют в испарительную систему.

- Оставшийся пар из конденсатора и ресивера после закрытия вентилей на регулирующей станции отсасывается через вентили 7', 8', 9' (которые предусматриваются на одном из компрессоров) при остановленных других компрессорах и закрытых вентилях 5' и 6'.
- Нагнетательные и всасывающие полости поршневого компрессора соединяются байпасным вентилем 10' (ручным или автоматическим), служащим для облегчения пуска.

- на температуру кипения  $t_{01}$  работает два параллельно подключенных поршневых компрессора 4, а на вторую температуру кипения  $t_{02}$  - один винтовой компрессор 5.
- Для удобства эксплуатации и ремонта компрессоров на всасывающих трубопроводах необходимо предусматривать вентили для переключения компрессоров с одной температуры кипения на другую и их взаимозаменяемости.

- На линиях нагнетания устанавливаются обратные клапаны (ОК), которые пропускают пар только в направлении конденсатора. При остановке компрессора обратные клапаны закрываются, разгружая компрессор от высокого давления нагнетания.

- Нагнетательные линии всех компрессоров объединяются в общую нагнетательную магистраль, идущую к общему конденсаторному узлу.
- У винтового компрессора обратный клапан устанавливается и на всасывающей линии для предотвращения прохода пара высокого давления в испарительную систему из маслоотделителя при остановке компрессора.

- Для защиты компрессора от «влажного хода» должны быть соблюдены следующие правила:
- Холодильная установка должна иметь отделитель жидкости на каждой всасывающей магистрали компрессора.
- Должна предусматриваться верхняя разводка трубопроводов в компрессорном цехе.
- Горизонтальные участки всасывающих магистралей должны иметь уклон не менее 0,5 % в сторону ОЖ (циркуляционного или защитного ресиверов), а нагнетательных магистралей - в сторону маслоотделителя или конденсатора.

- Для понижения давления перед сливом масла маслосборник соединяется линией отсоса пара, которая должна быть подключена до отделителя жидкости (циркуляционного ресивера), как подключен вентиль 4'.
- Линия оттаивания, по которой горячий пар направляют для оттаивания приборов охлаждения, подключается к нагнетательному трубопроводу после общего маслоотделителя.



- В схеме применен промежуточный сосуд со змеевиком 4 для охлаждения жидкого хладагента.
- Энергетические показатели схемы с таким промсосудом ниже показателей схемы с промсосудом без змеевика, так как жидкость в змеевике охлаждается до температуры на 3-5 °С выше промежуточной температуры.

- Между компрессором низкой ступени и промсосудом необходимо предусматривать маслоотделитель 7 для предохранения змеевика промсосуда от замасливания и тем самым от ухудшения теплообмена через его поверхность. На нагнетательной стороне компрессора высокой ступени также предусматривается маслоотделитель 7.

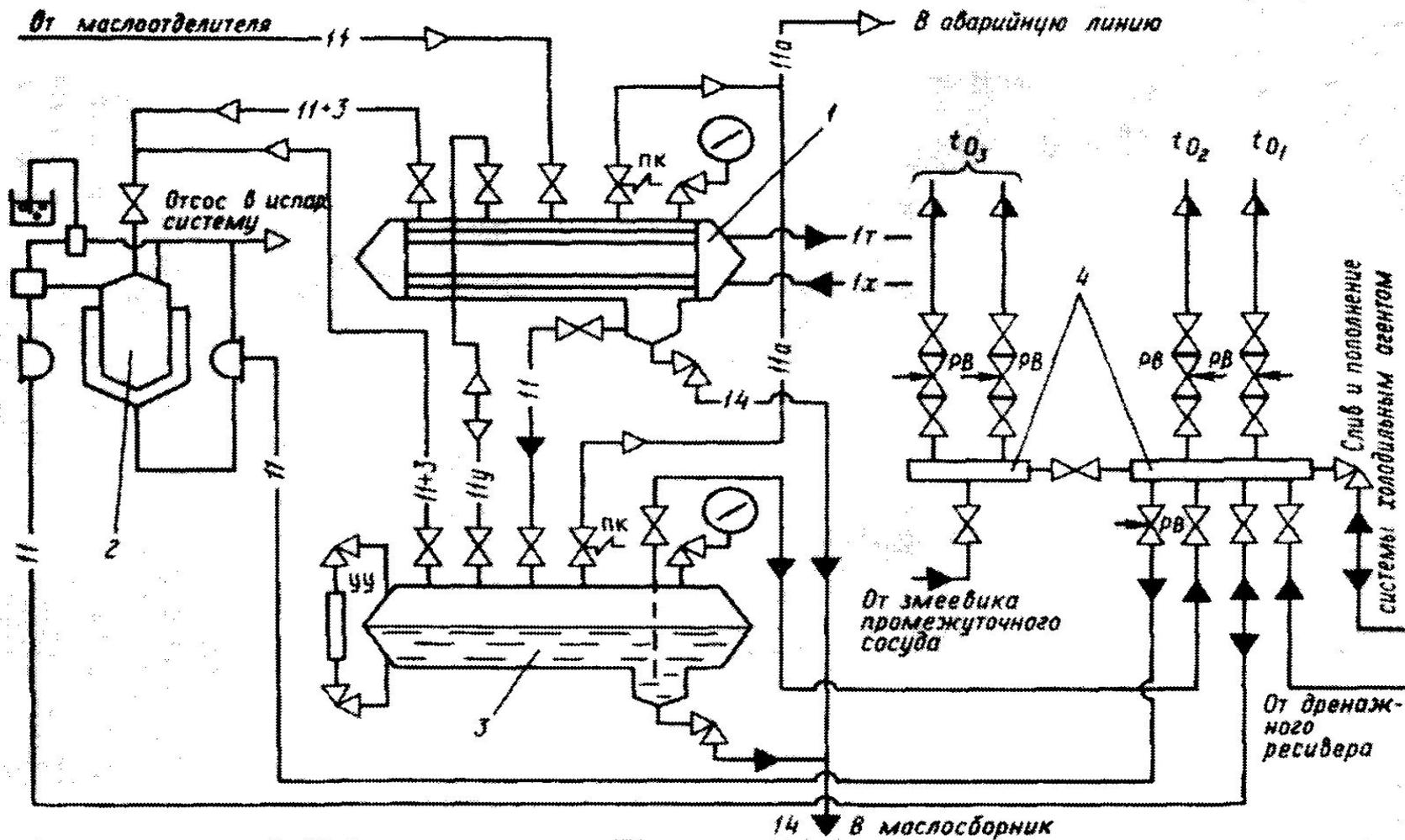
- Преимущества промежуточного сосуда со змеевиком:
- жидкий хладагент в змеевике, охлаждаясь, не соприкасается с кипящей жидкостью в полости сосуда, не загрязняется маслом, приносимым паром из компрессора низкой ступени;
- жидкий хладагент в змеевике находится под давлением конденсации, что достаточно для подачи его в охлаждающие приборы, значительно удаленные от компрессорного цеха. В промсосуде без змеевика жидкий хладагент находится под промежуточным давлением, которого может быть недостаточно (особенно в зимнее время) для подачи хладагента в указанные выше помещения.

- Жидкий хладагент из линейного ресивера поступает частично к коллектору регулирующей станции 8 для раздачи потребителям высоких температур кипения. Другая ее часть направляется через автоматический регулятор ДУ и соленоидный вентиль СВ1 в промсосуд для охлаждения пара, нагнетаемого компрессором низкой ступени 3, и для охлаждения жидкости, протекающей по змеевику.

- Большая часть жидкости направляется в змеевик, где переохлаждается. Хладагент после змеевика направляется к отдельному коллектору регулирующей станции 6 для раздачи по объектам испарительной системы с температурой кипения  $t_{03}$ . Коллектор 8 снабжен вентилем для слива и пополнения системы хладагентом. Оба коллектора 6 и 8 соединяются между собой мостом с запорным вентилем, позволяющим питать коллектор жидкостью с более высокой температурой и пополнять систему с более низкой.

- Для обеспечения безопасных условий пуска компрессоров и исключения гидравлического удара из-за вскипания жидкости в промсосуде давление в нем должно быть понижено до давления в испарительной системе, поэтому соленоидные вентили СВ2 и СВ3 должны открываться при остановке компрессоров ступеней низкого и высокого давления для снижения давления в промсосуде и во всех трубопроводах до обратного клапана, установленного на нагнетательной линии компрессора высокого давления 5.
- Сразу после пуска компрессора эти вентили закрываются.

# Узел конденсатора и линейного ресивера с кожухотрубным конденсатором



- 1 - конденсатор; 2 - воздухоотделитель; 3 - линейный ресивер; УУ - указатель уровня;  
4 - распределительная станция; ПК - предохранительный клапан

- По нагнетательным трубопроводам пар поступает в конденсатор 1. Образовавшаяся жидкость по сливному трубопроводу стекает в линейный ресивер 3. Для обеспечения надежного стока жидкости на аммиачных установках линейный ресивер устанавливают ниже конденсатора, а паровые пространства конденсатора и линейного ресивера соединяются уравнивающей линией 11у, благодаря чему давление в обоих аппаратах выравнивается, и жидкость под действием сил тяжести стекает в линейный ресивер.

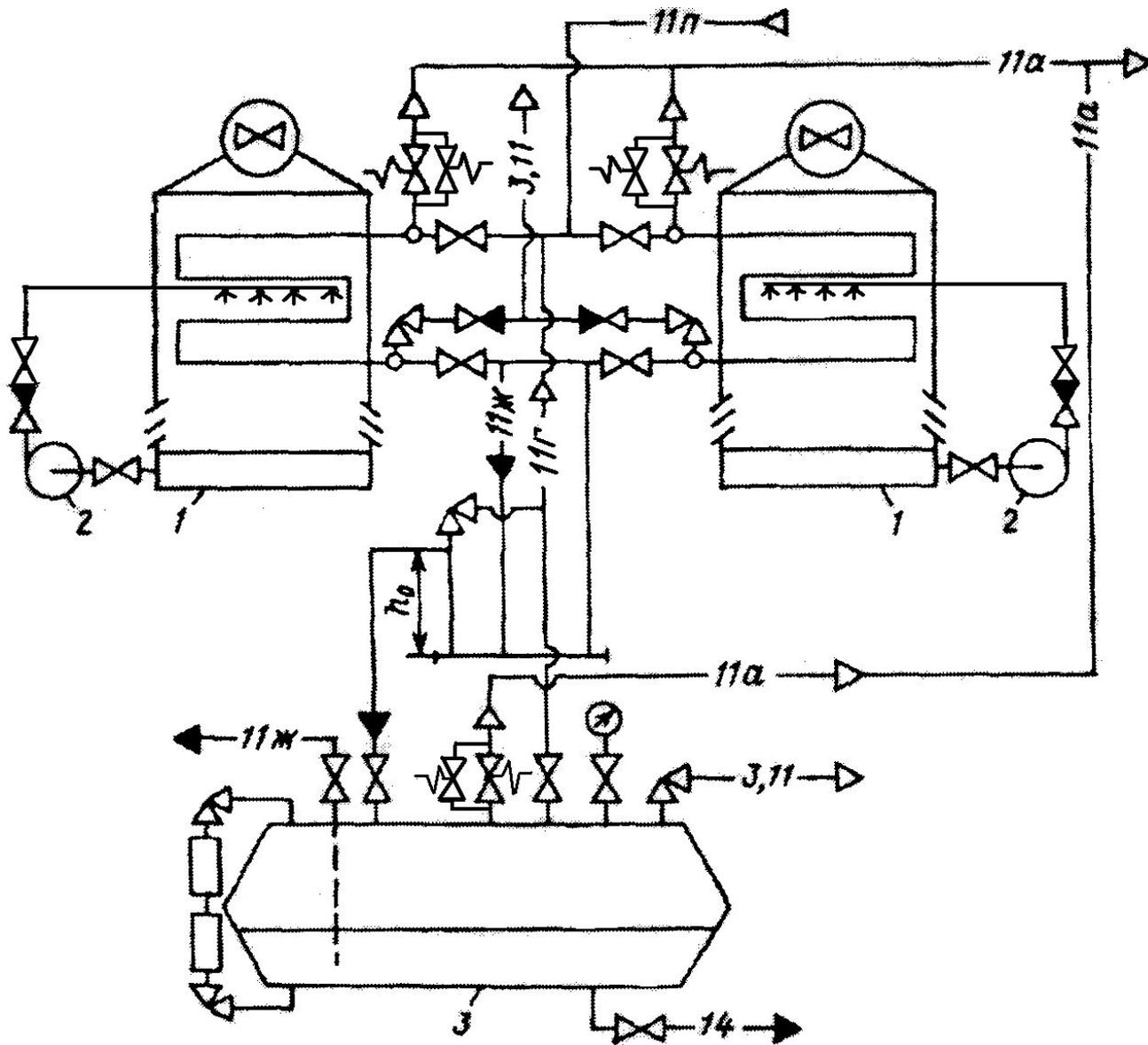
- Уровень жидкости в ресивере контролируется при помощи указателя уровня (УУ). Конденсатор и ресивер снабжены предохранительными клапанами (ПК) с переключающим вентилем, от предохранительных клапанов выведены трубопроводы для аварийного сброса хладагента в атмосферу.

- У каждого из аппаратов имеются отстойники для масла и загрязнений; из отстойников эти примеси отводятся в маслосборник.
- Из ресивера хладагент поступает в охладитель жидкости (переохладитель) , который включается в схему после ресивера. Если переохладитель не используется, то жидкий хладагент может быть направлен по обводной линии в коллектор регулирующей станции 4.

- При помощи запорных вентиляей на этом коллекторе можно прекращать подачу хладагента в охлаждаемые объекты
- Ручные и автоматические регулирующие вентили находятся между двумя запорными вентилями, что позволяет при засорении регулирующего вентиля легко отсоединять его от системы для осмотра и очистки без нарушения режима работы для других объектов.
- На коллекторе предусматривают вентиль для зарядки и пополнения

- На всех хладоновых установках и небольших аммиачных установках линейные ресиверы располагают на одном уровне с конденсатором. В этом случае конденсатор и линейный ресивер не соединяются уравнивающей линией, а жидкий хладагент выдавливается из конденсатора в линейный ресивер через обратный клапан (ОК) (или гидравлический затвор) давлением конденсации, так как в линейном ресивере давление ниже, чем в конденсаторе, из-за периодического открытия регулирующего вентиля и перепуска жидкого хладагента в охлаждающие приборы.

- На крупных холодильных установках используются несколько параллельно включенных конденсаторов. При таком соединении гидравлические сопротивления всех конденсаторов с соединительными трубопроводами должны быть равны, в противном случае будут подтапливаться конденсатом аппараты с меньшим гидравлическим сопротивлением.



1 - испарительный конденсатор; 2 - водяной насос; 3 - линейный ресивер

- Для обеспечения равенства гидравлических сопротивлений всех аппаратов их сопротивление увеличивают, предусматривая отвод конденсата из коллектора по сливной трубе с подъемом  $h_0$ , обеспечивающим дополнительное требуемое гидравлическое сопротивление  $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_0$ .

# Линейный ресивер в схемах выполняет несколько функций:

- является сборником конденсата;
- компенсируется неравномерность подач хладагента в охлаждающие приборы;
- создается запас хладагента на случай возможных утечек из системы; этот запас пополняется в результате периодической дозарядки системы;
- используется как емкость для сбора хладагента из всей испарительной системы во время ремонта или остановки на длительный срок холодильной установки;
- имеется гидравлический затвор на выходе жидкости из ресивера, что препятствует попаданию пара высокого давления в испарительную систему, приводящему к уменьшению холодопроизводительности

- Наблюдение за уровнем жидкости в линейном ресивере является одним из условий эффективной работы установки, повышение уровня жидкости в линейном ресивере свидетельствует об уменьшении ее количества в испарительной системе

- Перед остановкой холодильной установки необходимо повысить уровень жидкости в линейном ресивере (закрытием вентилей на регулирующей станции), что обеспечит более безопасные условия запуска системы

- Стабильность уровня в ресивере является показателем хорошо отрегулированной подачи в испарительную систему, когда соблюдается баланс между количеством жидкости, подаваемой в испаритель, тепловой нагрузкой и производительностью компрессора.

- Рабочее заполнение линейного ресивера составляет 50 % объема, недопустимо переполнение ресивера свыше 80 % и понижение уровня ниже 20 % объема, так как в первом случае возникает опасность взрыва ресивера из-за отсутствия паровой зоны, а во втором случае возможен прорыв паров высокого давления в испарительную систему через гидрозатвор

- Для контроля давления в конденсаторе и линейном ресивере устанавливают манометры. В случае повышения давления выше допустимого хладагент автоматически выпускается в атмосферу через сдвоенные предохранительные клапаны (ПК). Несконденсированные газы, скапливающиеся в паровом пространстве линейного ресивера и в конденсаторе, отводятся через воздухопускные вентили в линию выпуска воздуха к воздухоотделителю.