

“УТВЕРЖДАЮ”

Заведующий кафедрой ПТУ

К.т.н, доцент

=С.Т. Мирошниченко=

“ ”

\_\_\_\_\_ 2020 г.

## **Л Е К Ц И Я №1 (Вводная)**

Арматура, приборы управления и регулирования  
холодильных машин и криогенной техники

**Учебная цель:** Изучить конструкцию и работу арматуры, приборов управления и регулирования холодильных машин и криогенной техники.

# **ПЛАН ЛЕКЦИИ**

1. Введение. Роль и место дисциплины в изучении холодильной техники.
2. Упрощенная схема трубопроводов, арматуры и оборудования холодильной машины
3. Разделение трубопроводов по месту установки
4. Основные понятия и определения

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Быков Малые холодильные машины
2. Конспект лекций.

Старший преподаватель кафедры ПТУ

= Пантель

**Цель освоения** дисциплины «Арматура, приборы управления и регулирования холодильных машин и криогенной техники» является формирование комплекса устойчивых знаний, умений и навыков, определяющих базовую теплотехническую подготовку инженеров, необходимых и достаточных для осуществления всех видов профессиональной деятельности, предусмотренной образовательным стандартом, формирование инженерного интеллекта будущего специалиста.

**Задачами дисциплины являются:**

- научить выполнять производственные работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов.

-научить владеть культурой профессиональной безопасности, способностью идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере своей профессиональной деятельности

-научить поиску оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности.

После освоения дисциплины «Арматура, приборы управления и регулирования холодильных машин и криогенной техники» студент должен обладать следующими компетенциями:

**Профессиональными (ПК):**

-ПК-14 – готовностью участвовать во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, процессов повышения надежности и износостойкости элементов и узлов машин и установок, низкотемпературных систем различного назначения;

-ПК-15 - готовностью участвовать в технологических процессах производства, контроля качества материалов, процессах повышения надежности и износостойкости элементов и узлов машин и установок, низкотемпературных систем различного назначения;

- ПК-16 – способностью выполнять производственные работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов.

-ПК-17 – готовностью участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранении с использованием различных приспособлений и инструментов

**трубопроводы и  
арматура  
ХОЛОДИЛЬНЫХ машин**

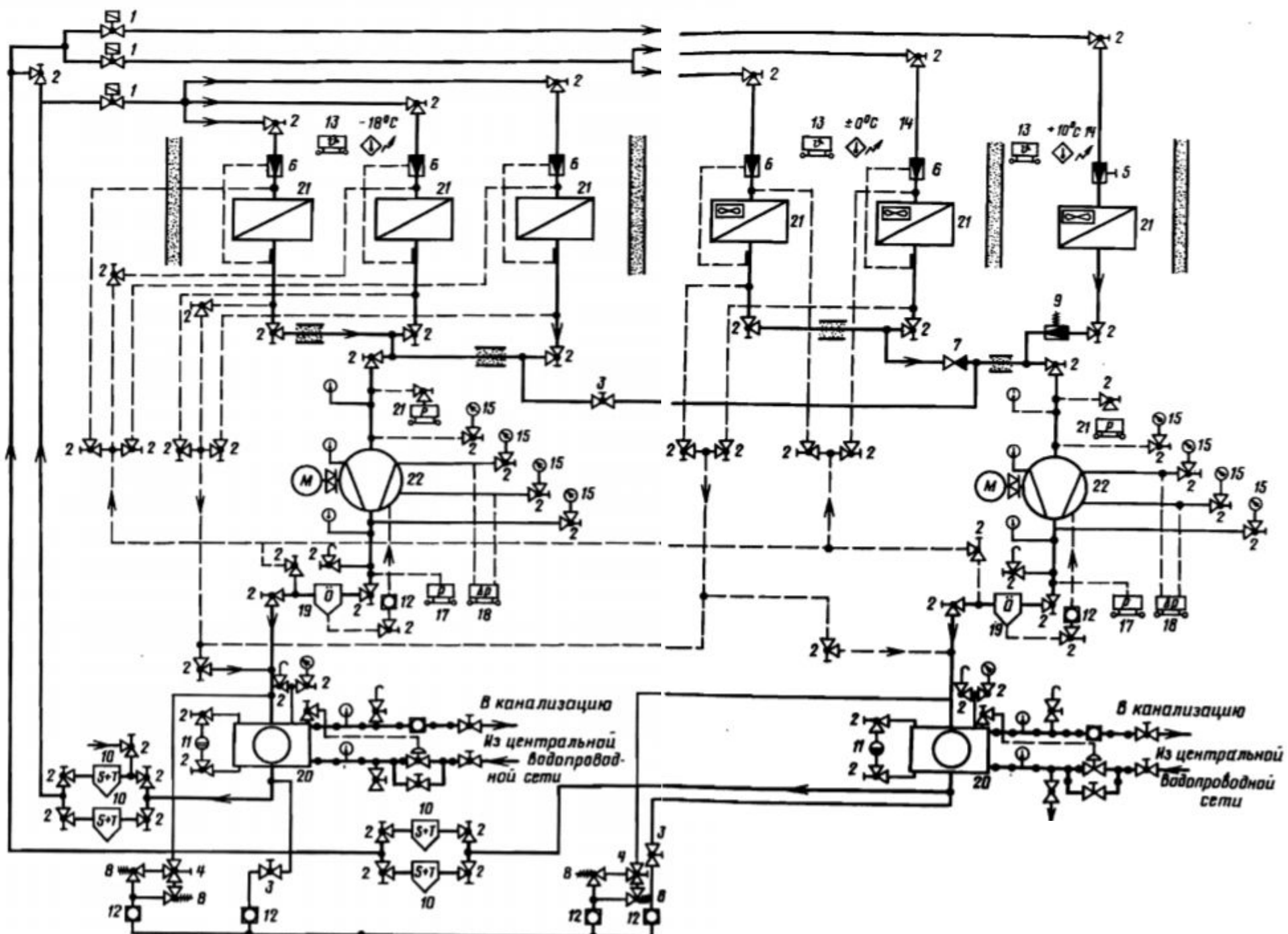
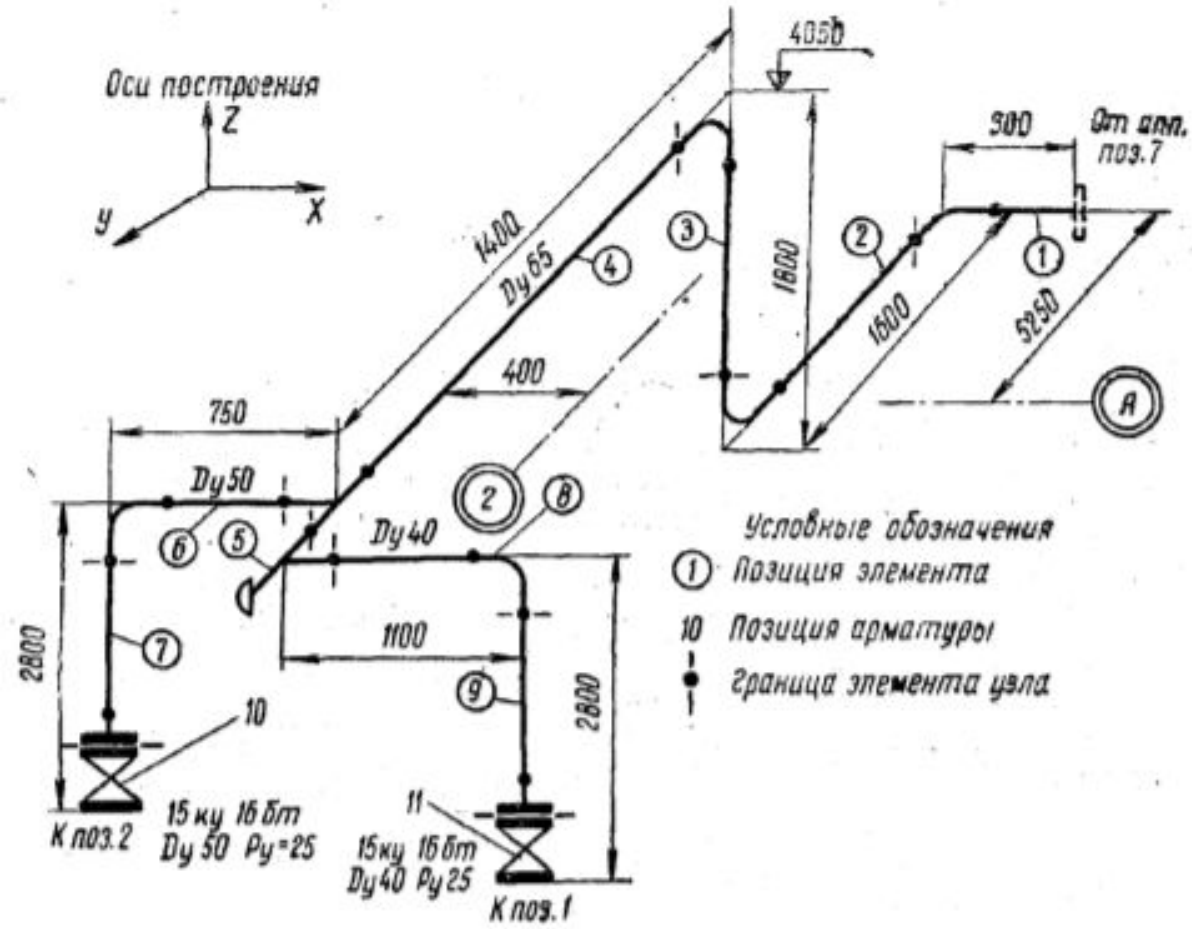


Рис. 1. Упрощенная схема трубопроводов холодильной установки: 1 - электромагнитный клапан; 2 и 3 - угловой и проходной запорные вентили; 4 - трехходовой переключающий вентиль; 5 - ручной регулирующий вентиль; 6 – терморегулирующий вентиль; 7 - обратный клапан; 8 - предохранительный клапан; 9 - автоматический регулятор давления; 10 – фильтр-осушитель; 11- указатель уровня жидкости; 12 - смотровое стекло; 13 - камерное термореле; 14 - термометр сопротивления; 15 - манометр; 16 - реле низкого давления; 17 - реле давления нагнетания; 18 - реле разности давлений; 19 - маслоотделитель; 20 - конденсатор; 21 - испаритель; 22 – компрессор.



Детализированный чертеж технологических трубопроводов



Внутренний (расчетный) диаметр трубопровода  $D_{вн}$  при заданном расходе жидкости и скорости ее протекания в трубопроводе

$$D_{вн} = \sqrt{\frac{4Q}{3600v\pi\rho}}$$

Где  $D_{вн}$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$Q$  – расход жидкости,  $\frac{м^3}{ч}$ ;

$v$  – скорость движения среды в трубопроводе,  $\frac{м}{с}$ ;

$\rho$  – плотность транспортируемой среды,  $кг/м^3$ .

Трубопроводы холодильных установок состоят из труб, деталей трубопроводов (отводы, тройники, заглушки и т.д.), запорной и регулирующей арматуры (вентили, задвижки, предохранительные клапана и др.), соединений (сварных, резьбовых, фланцевых), опор и подвесок, крепежа (болты, шпильки, гайки, шайбы) и прокладок. В зависимости от назначения трубопроводы делятся на технологические и санитарно-технические.

В зависимости от места расположения технологические трубопроводы подразделяют на внутрицеховые и мехцеховые.

Внутрицеховые трубопроводы соединяют между собой машины и аппараты в пределах одной установки или цеха. Они обычно имеют сложную конфигурацию и множество деталей, арматуры и сварных соединений, что значительно усложняет их монтаж.

Межцеховые трубы характеризуются большой длиной прямых участков и небольшим количеством деталей и арматуры, что упрощает их монтаж.

В зависимости от рабочих условий трубопроводы разделены на пять категорий.

Трубопроводы, по которым циркулирует аммиак, бутан, этан, этилен и пропилен, независимо от давления и температуры относятся к I категории; хладоны - ко II категории; водно-аммиачные растворы концентрацией до 40% - к III категории, от 40 до 60% - ко II категории, выше 60% - к I категории ; водяной пар и горячая вода с рабочим давлением  $p = 1,6$  Мпа и  $t = 250$  град. Цельсия – к IV категории; вода и хладоносители - к V категории; трубопроводы хладагентов, соединяющие предохранительные клапаны с атмосферой – к IV категории.

При изготовлении и монтаже трубопроводов различных категорий предъявляют разные требования к точности изготовления, контролю за сварными швами, испытаниям и др.

При монтаже трубопроводов принята терминология:  
**линия** — участок трубопровода, связывающий аппараты с одинаковыми параметрами;

**деталь** — часть трубопровода, не имеющая разъемных соединений;

**элемент** — сварная деталь трубопровода, не имеющая разъемных соединений;

**узел** — часть трубопровода, состоящая из нескольких элементов и деталей в сборе (узлы могут быть плоские, расположенные в нескольких плоскостях);

**блок** — часть трубопровода в сборе, обычно состоит из нескольких узлов с арматурой.

Основными характеристиками трубопроводов являются: наружный диаметр, толщина стенки, условный проход, условное, пробное и рабочее давление.

**Условный проход** – номинальный внутренний диаметр трубы. Так, трубопровод с условным проходом 100 мм обозначается Ду100

**Условное давление**  $p_y$  — это давление, которое должны выдерживать трубы при температуре среды от 0 до 200 °С.

**Пробное давление**  $p_n$  — давление, при котором арматура и трубопроводы подвергаются гидравлическим испытаниям на прочность.

**Рабочее давление**  $p_{\text{раб}}$  — номинальное давление в трубопроводе во время его эксплуатации.

Монтажом трубопроводов называют сборку и соединение составных частей трубопровода и установку их в проектное положение. Монтаж технологических трубопроводов является своеобразным производственным процессом со своими особенностями и приемами работ. Весь процесс монтажа трубопроводов состоит из трубозаготовительных и сборочных работ. К трубозаготовительным работам относятся приемка, резка, правка, обработка концов, гибка труб, изготовление деталей и опорных конструкций и сборка узлов трубопроводов к сборочным работам — укрупнение узлов трубопроводов на монтажной площадке в блоки, установка готовых частей, узлов и блоков в проектное положение.



**Стальные трубы.** По способу изготовления стальные трубы подразделяются на бесшовные и сварные. Бесшовные трубы (горячекатаные, холодно-тянутые и холоднокатаные) применяют при устройстве кислотопроводов, щелочепроводов, воздухопроводов и линий инертных газов (при давлении свыше 1,5 МПа и т. п.), трубопроводов, транспортирующих огне- и взрывоопасные продукты, и трубопроводов высокого давления. Горячекатаные бесшовные трубы изготавливают наружным диаметром от 25 до 800 мм, толщиной стенок от 2,5 до 75 мм ( в зависимости от диаметра) и длиной от 4 до 12,5 м.

Изготавливают холодноотянутые и холоднокатаные трубы наружным диаметром от 10 до 200 мм, толщиной стенок от 0,1 до 12 мм (в зависимости от диаметра) и длиной от 1,5 до 9 м. В зависимости от назначения трубопроводов применяют те или иные марки сталей.

Трубопроводы аммиачных холодильных установок для диапазонов температур рабочей среды —40 °С-150 °С изготавливают из стали 20; для температур от —70 °С до 400 °С — из стали 10Г2.

Сварные водогазопроводные (газовые) трубы изготавливают печной сваркой; неоцинкованными (черными) и оцинкованными; обыкновенными, усиленными и облегченными; без резьбы, с гладкими концами под сварку или под резьбу и с цилиндрической или конической резьбой по требованию потребителя. Трубы применяют для устройства внутрицехового

водопровода, отопительных трубопроводов, линий сжатого воздуха

Газовые трубы не применяют для изготовления трубопроводов, транспортирующих огне- и взрывоопасные, а также ядовитые среды. Обыкновенные трубы рассчитаны на работу при условном давлении до 1 МПа, а усиленные — до 1,6 МПа. Усиленные трубы отличаются от обыкновенных большей толщиной стенок.

Предельная допускаемая температура для газовых труб составляет 175 °С. Газовые трубы изготавливают диаметром условного прохода от 8 до 150 мм от 4 до 8 м. Трубы поставляют, как правило, без резьбы и муфт. Трубы диаметром условного прохода более 70 мм

Это требование к потребителю трубы могут предъявляться с Д- 5" и длиной конической или цилиндрической резьбой на обоих концах и муфтами с той же резьбой (из расчета одна муфта на каждую трубу). Если трубы с диаметром условного прохода свыше 50 мм предназначены под сварку, их поставляют облегченными, с толщиной стенок, на 0,75 мм меньше предусмотренной стандартом.

Электросварные трубы диаметром 5—152 мм изготавливают электросваркой методом сопротивления из сталей марок 08, 15, Сталь 20, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 3кп и Ст. 4, Их применяют для изготовления трубопроводов, транспортирующих

слабоагрессивные продукты, щелочи, перегретый и насыщенный пар при давлении до 1,6 — 2,5 МПа и температуре до 200 - 350 °С.

Поставляют трубы наружным диаметром от 5 до 152 мм, толщиной стенок от 0,5 до 5,5 мм (в зависимости от диаметра) и длиной от 2 до 8,5 м. Концы труб обычно обрезаны под прямым углом и зачищены от заусенцев. По требованию потребителя трубы диаметром 114 мм и выше, подлежащие сварке, поставляют с кромками, скошенными под углом 35-50 °С к торцу трубы.

При этом оставляют торцевое кольцо шириной —3 мм. Угол скоса может быть изменен по требованию заказчика.

**Трубы из цветных металлов и сплавов.** Используют в основном алюминиевые, медные и латунные трубы. Возможно применение и стеклянных труб. Алюминиевые трубы изготавливают методом холодной протяжки или прессования из алюминия марок А1, А2 и А3 с содержанием чистого алюминия до 99,3 %, а также из его сплавов: дюралюминия — сплава алюминия с медью; силумина — сплава алюминия с кремнием; электролита — сплава алюминия с магнием. Алюминий легко деформируется в холодном состоянии, поэтому трубы из него для улучшения механических свойств подвергают различной термиче-

Выпускают алюминиевые трубы наружным диаметром: тянутые — от 6 до 120 мм (толщина стенки от 0,5 до 5 мм); прессованные — от 25 до 280 мм (толщина стенки от 5 до 32,5 мм). Длина труб от 2 до 5,5 м. Трубы больших диаметров изготавливают из алюминиевого листа силами монтажных организаций и заводов.

Алюминиевые трубы применяют для изготовления трубопроводов, транспортирующих крепкую азотную, уксусную, муравьиную и другие кислоты; для перекачки щелочных растворов их применять нельзя.

С повышением температуры прочность алюминия снижается, поэтому температура перекачиваемого продукта при отсутствии давления не должна превышать 200—250 °С, а при работе с давлением до 0,6 МПа — не более 160°С.