

3.3.4. Основные правила монтажа трубопроводов

При монтаже холодильного контура фреоновых установок следует использовать только специальные медные трубы, предназначенные для холодильных установок (т.е. трубы "холодильного" качества). Такие трубы за рубежом маркируются буквами "R" или "L"

Трубы прокладывают по трассе, указанной в проекте или монтажной схеме. Трубы должны быть в основном расположены горизонтально или вертикально. Исключение составляют:

- горизонтальные участки всасывающего трубопровода, которые выполняют с уклоном не менее 12 мм на 1 м в сторону компрессора для облегчения возврата в него масла;
- горизонтальные участки нагнетательного трубопровода, которые выполняют с уклоном не менее 12 мм на 1 м в сторону конденсатора.

В нижних частях восходящих вертикальных участков всасывающих и нагнетательных магистралей высотой более 3 метров необходимо монтировать маслоподъемные петли. Схема монтажа маслоподъемной петли на входе в компрессор и на выходе из него приведена на рис. 3.13 и 3.14.

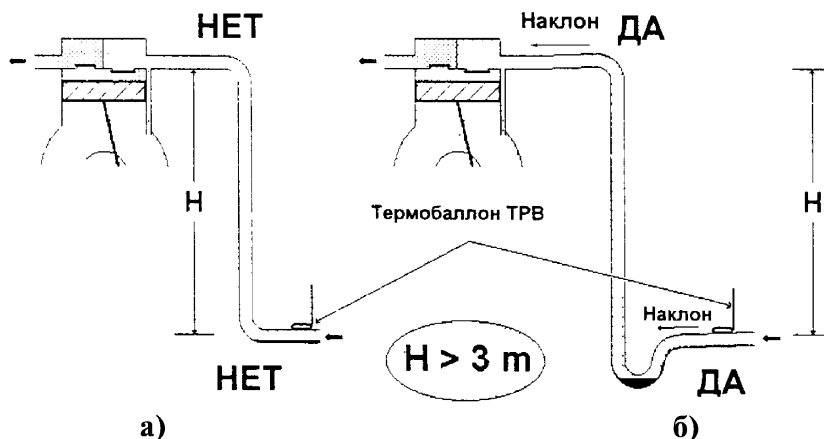


Рис. 3.13. Установка маслоподъемной петли на входе в компрессор:
 а) неправильно, б) правильно, уклон не менее 12 мм на 1 м.

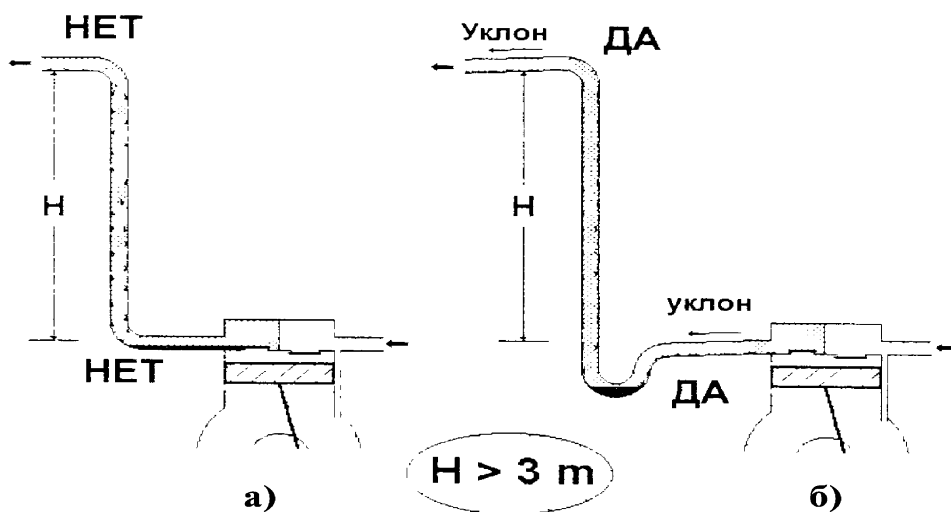


Рис. 3.14. Установка маслоподъемной петли на выходе из компрессора:
 а) неправильно, б) правильно, уклон не менее 12 мм на 1 м.

Если высота восходящего участка более 7,5 метров, то должна устанавливаться вторая маслоподъемная петля. В общем случае маслоподъемные петли следует монтировать через каждые 7,5 метров восходящего участка всасывающего (нагнетательного) трубопровода (см. рис. 3.15). Вместе с тем желательно, чтобы длины восходящих участков, особенно жидкостных, были как можно меньше во избежание значительных потерь давления в них.

Длина восходящих участков трубопроводов более 30 метров не рекомендуется.

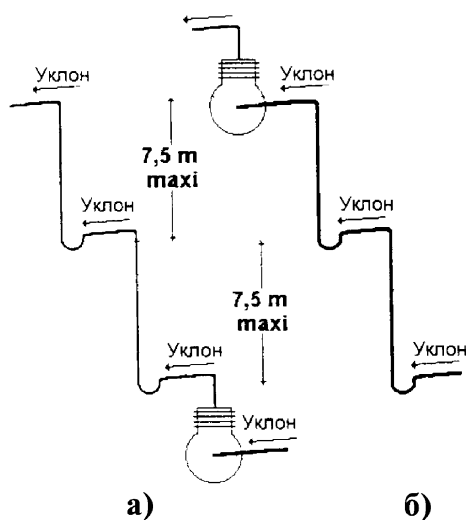


Рис. 3.15. Схема установки маслоподъемных петель на восходящих участках трубопроводов длиной более 7,5 метров: а) нагнетательный трубопровод, уклон не менее 12 мм на 1 м, б) всасывающий трубопровод, уклон не менее 12 мм на 1 м.

При изготовлении маслоподъемной петли следует иметь в виду, что ее размеры должны быть как можно меньше. Лучше всего в качестве маслоподъемной петли использовать один U-образный или два уголковых фитинга (см. рис. 3.16). При изготовлении маслоподъемной петли путем изгиба трубы, а также при необходимости уменьшения диаметра восходящего участка трубопровода следует соблюдать требование, чтобы длина L была не более 8 диаметров соединяемых трубопроводов (рис. 3.17).

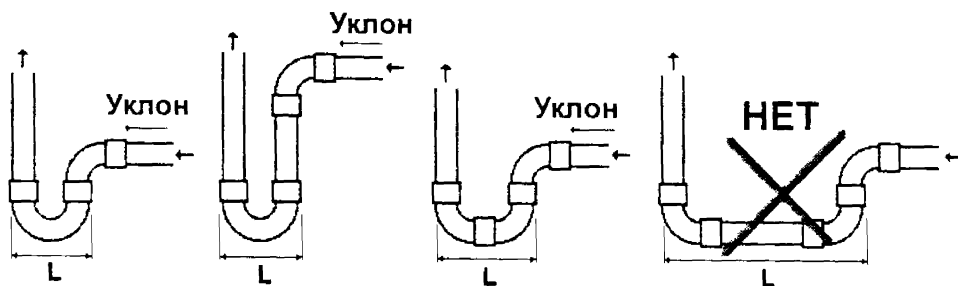


Рис. 3.16. Возможные варианты конструкции маслоподъемной петли.

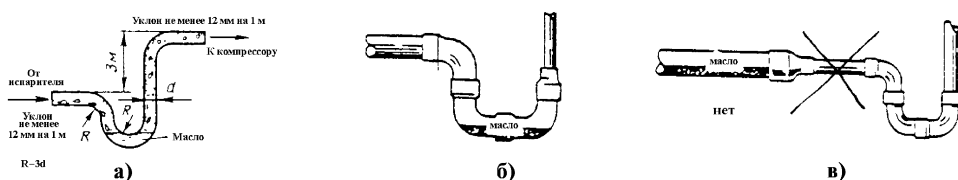


Рис. 3.17. Требования к маслоподъемной петле: а) при изготовлении путем изгиба труб; б) при необходимости уменьшения диаметра восходящего участка; в) недопустимая конструкция.

Для установок с несколькими воздухоохладителями (испарителями), расположенными на разных уровнях по отношению к компрессору рекомендуемые варианты монтажа трубопроводов с маслоподъемными петлями приведены на рис. 3.18. Вариант (а) на рис. 3.18 можно использовать только в случае наличия отделителя жидкости и размещения компрессора ниже испарителей, в остальных случаях необходимо использовать вариант (б).

В тех случаях, когда в процессе работы установки предусматривается возможность отключения одного или нескольких воздухоохладителей, расположенных ниже компрессора, и это может привести к падению расхода в общем восходящем трубопроводе всасывания более, чем на 40 %, необходимо общий восходящий трубопровод выполнять в виде 2-х труб (см. рис. 3.19). При этом диаметр меньшей трубы (А) выбирают таким образом, чтобы при минимальном расходе скорость потока в нем была не менее 8 м/с и не более 15 м/с, а диаметр большей трубы (В) определяют из условия сохранения скорости потока в диапазоне от 8 м/с до 15 м/с в обеих трубах при максимальном расходе (см.п. 3.2.2).

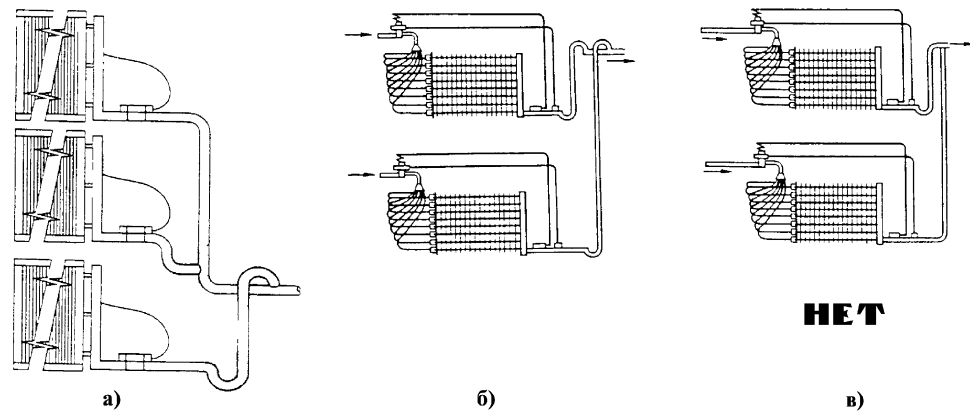


Рис. 3.18. Рекомендуемые (а и б) и неправильный (в) варианты монтажа трубопроводов с маслоподъемными петлями при наличии в составе установки нескольких воздухоохладителей (испарителей), расположенных на разных уровнях.

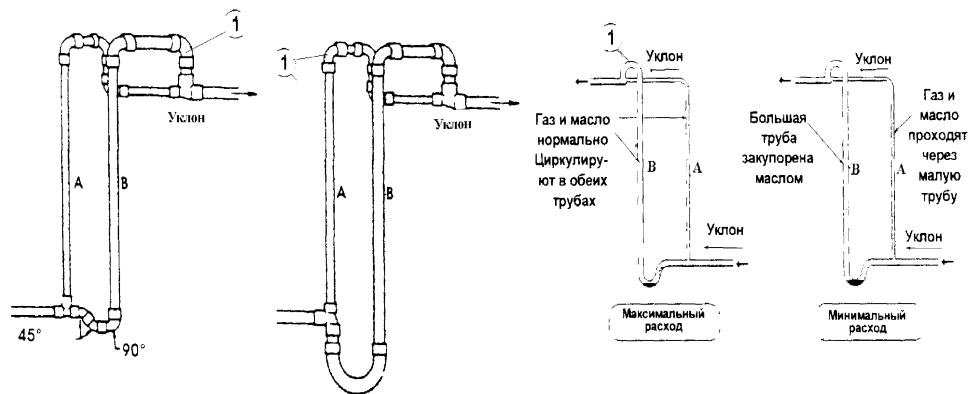


Рис. 3.19. Рекомендуемые схемы монтажа восходящего участка общего всасывающего трубопровода, объединяющего несколько испарителей, при возможности падения расхода в нем более, чем на 40 %; 1 - сифон (контрпетля); А - меньшая труба; В - большая труба.

При разности уровней более 7,5 метров сдвоенные трубопроводы необходимо устанавливать на каждом участке высотой не более 7,5 м, строго соблюдая требования рис. 3.19. Для получения надежных паяных соединений рекомендуется использовать стандартные фитинги различной конфигурации (см. рис. 3.20).

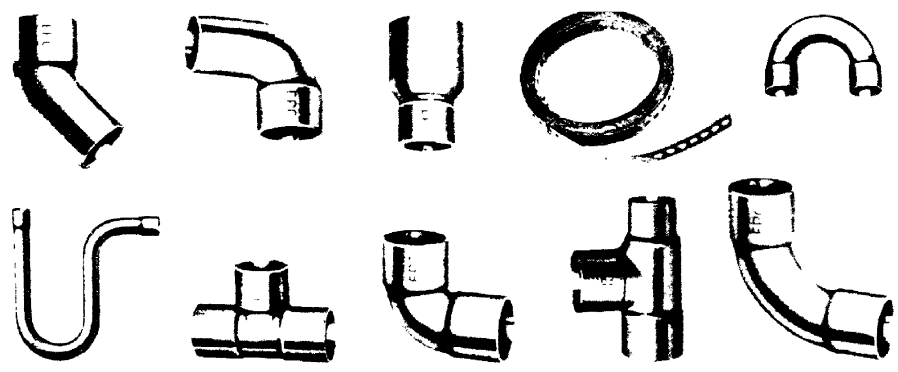


Рис. 3.20. Образцы медных фитингов, рекомендуемые к использованию при сборке холодильного контура. Соединение медных труб производят с помощью муфт, изготовленных также из меди, длина которых составляет два-три диаметра, а внутренний диаметр на 0,3-0,5 мм больше наружного диаметра соединяемых трубопроводов.

При монтаже холодильного контура трубопроводы рекомендуется прокладывать с использованием специальных опор (подвесок) с хомутами. При совместной прокладке всасывающих и жидкостных магистралей вначале монтируют всасывающие трубопроводы и параллельно с ними жидкостные. Опоры и подвески необходимо устанавливать с шагом от 1,3 до 1,5 метров. Наличие опор (подвесок) должно также предотвращать отсыревание стен, вдоль которых прокладывают не теплоизолированные всасывающие магистрали. Различные конструктивные варианты опор (подвесок) и рекомендации по месту их крепления показаны на рис. 3.21, 3.22.

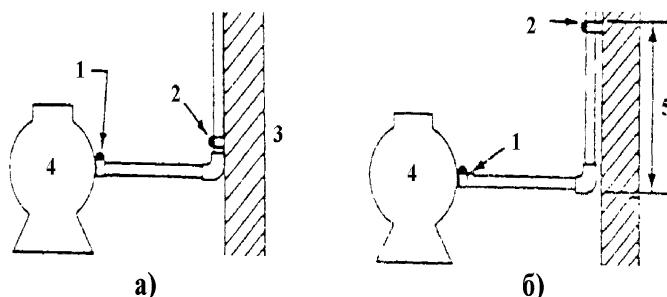


Рис. 3.21. Крепление опоры трубопровода при подсоединении к агрегату: а) - неправильно, б) - правильно; 1 - подсоединительный узел; 2 - опора; 3 - стена; 4 - агрегат; 5 - не менее 10 диаметров трубопровода.

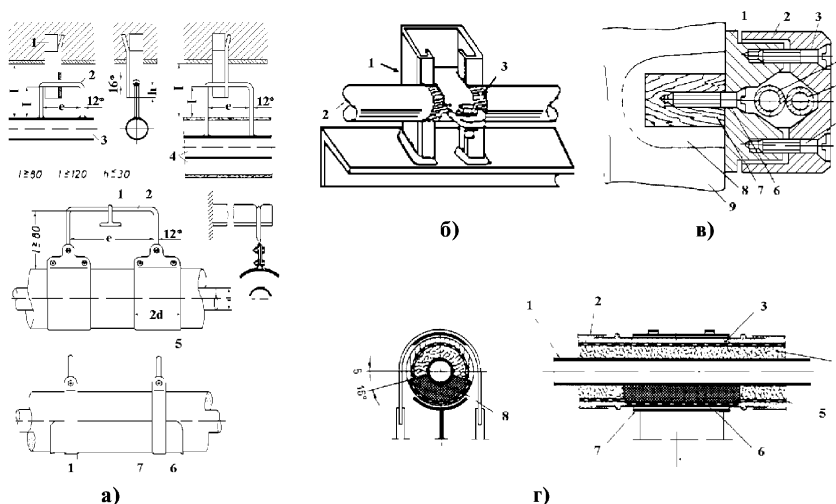


Рис. 3.22. Различные варианты опор и подвесок, используемые при прокладке холодильных трубопроводов: а) подвеска трубы к потолку или вдоль стены: 1 - стальной профиль (уголок, швеллер и т.п.); 2 - серьга; 3 - труба; 4 - труба с теплоизоляцией; 5 - широкий хомут; 6 - узкий хомут; 7 - защитная подкладка; б) опора на полке углового профиля: 1 - корпус опоры; 2 - труба; 3 - прокладка; в) опора в виде колодки, прикрепленной к стене: 1 - основание колодки; 2 - крышка колодки; 3 - винты; 4 - всасывающий трубопровод; 5 - жидкостной трубопровод; 6 - шуруп; 7 - деревянная пробка; 8 - цементная заливка; 9 - стена; г) опора для теплоизолированной трубы: 1 - трубы; 2 - наружное покрытие; 3 - прочная муфта; 4 - теплоизоляция; 5 - влагонепроницаемое покрытие (гидроизоляция); 6 - опора; 7 - оболочка опоры.

3.4. Расчет заправки хладагентом

Расчет объема заправки холодильной системы производится на основании следующих исходных данных:

- технические характеристики выбранного оборудования;
- монтажная схема холодильной системы с указанием мест расположения оборудования и диаметрами соединительных трубопроводов.

Расчет массы заправки хладагента производится по следующей формуле:

$$M_{запр} = \rho_{х.а} \cdot (0,4V_{исп} + k_g V_{рес} + V_{ж.м}),$$

где $\rho_{х.а}$ — плотность используемого хладагента, $\rho_{R22} = 1,3 \text{ кг/дм}^3$; $\rho_{R404A} = 1,04 \text{ кг/дм}^3$

$V_{исп}$ — внутренний объем воздухоохладителя (воздухоохладителей);

$V_{рес}$ — объем ресивера холодильного агрегата;

$V_{ж.м}$ — внутренний объем жидкостных магистралей;

k_g — коэффициент, учитывающий схему монтажа конденсатора.

$k_g = 0,3$ для компрессорно-конденсаторных агрегатов без гидравлического регулятора давления конденсации;

$k_g = 0,4$ — при использовании гидравлического регулятора давления конденсации (монтаж агрегата на улице или исполнение с выносным конденсатором).

Пример

Расчет объема заправки холодильной системы, выбранной в примере 3.2.3. Расчет приведен для одной системы, для другой аналогично.

Исходные данные:

- агрегат: АК-4Р10-С-ІКМD;
- воздухоохладитель: ВК7-345-ВЕ;
- диаметр жидкостной магистрали: 5/8";
- длина жидкостной магистрали: 25 м;
- хладагент: R22.

Решение:

Пользуясь техническим каталогом " Холодильные системы " фирмы "Остров" находим следующие технические данные:

для агрегата АК-4 Р10-С объем ресивера $V_{pec} = 22,0 \text{ дм}^3$;

для воздухоохладителя ВК7-345-ВЕ внутренний объем испарителя $V_{исп} = 14,55 \text{ дм}^3$.

Внутренний объем жидкостной магистрали определим по формуле:

$$V_{ж.м.} = 0,785 \cdot (D_{ж.м.} - 2 \cdot d_{ж.м.})^2 \cdot L_{ж.м.}, \text{ дм}^3$$

Где $D_{ж.м.}$ — наружный диаметр жидкостной магистрали, определенный по номограмме, дм;
 $d_{ж.м.}$ — толщина стенки трубы жидкостной магистрали, дм;
 $L_{ж.м.}$ — длина жидкостной магистрали, дм.

В данном случае $D_{ж.м.} = 5/8" = 15,87 \text{ мм} = 0,1587 \text{ дм}$; $d_{ж.м.} = 0,76 \text{ мм} = 0,0076 \text{ дм}$; $L_{ж.м.} = 250 \text{ дм}$.

Тогда

$$V_{ж.м.} = 0,785 \cdot (D_{ж.м.} - d_{ж.м.})^2 \cdot L_{ж.м.} =$$

$$= 0,785 \cdot (0,1587 - 2 \cdot 0,0076)^2 \cdot 250 = 4,04 \text{ дм}^3.$$

Коэффициент k_g , учитывающий схему монтажа, для компрессорно-конденсаторного агрегата равен 0,3.

Объем заправки:

$$V_{запр} = 0,4 \cdot V_{исп} + k_g \cdot V_{pec} + V_{ж.м.} = 0,4 \cdot 14,55 + 0,3 \cdot 22 + 4,04 = 16,46 \text{ дм}^3.$$

Масса заправки

$$M_{запр} = \rho_{х.а.} \cdot V_{запр}, \text{ кг},$$

где $\rho_{х.а.}$ — плотность используемого хладагента, кг/дм³ (для фреона R22 $\rho_{х.а.} = 1,3 \text{ кг/дм}^3$);
 $V_{запр}$ — объем заправки, дм³.

$$M_{запр} = \rho_{х.а.} \cdot V_{запр} = 1,3 \cdot 16,46 = 21,4 \text{ кг}.$$

То есть получили, что масса заправки фреоном R22 для одной системы составляет приблизительно 21,5 кг.

Перевод единиц измерения

| | |
|--|---|
| Длина | Масса |
| 1 дюйм (in) = 0,0254 м | 1 унция (oz) = 28,35 г |
| 1 фут (ft) = 12 дюймов = 0,3048 м | 1 фунт (lb) = 16 унций = 0,44359 кг |
| 1 ярд = 3 фута = 0,9143 м | 1 квинта США=100 фунтов |
| 1 миля = 1,760 ярда = 1609 м | 1 короткая тонна (США) = 2000 фунтов = 907,18 кг |
| 1 морская миля = 1852 м | 1 длинная тонна (Великобр.) = 2240 фунтов = 1016,04 кг |
| Объем | Вязкость |
| 1 куб. дюйм = 16,387064 см ³ | 1 кгс·с/м ² (kG s / m ²) = 0,9807 × 10 Н с/м ² |
| 1 куб. фут = 0,028317 м ³ | 1 фунт·с/фут ² (lb fs / ft ²) = 4,788 × 10 Н с/м ² |
| 1 куб. ярд = 0,76455 м ³ | 1 пуаз (Poise) = 10 ⁻¹ Н с/м ² |
| 1 пинта = 0,568 л | 1 стокс (Stokes) = 10 ⁻⁴ м ² /с |
| 1 галлон = 4,546 л | 1 дюйм ² /с (in ² / s) = 6,452 × 10 ⁻⁴ м ² /с |
| 1 галлон США = 3,785 л | 1 фут ² /с (ft ² / s) = 9,290 × 10 ⁻² м ² /с |
| Удельный объем | Температура |
| 1 куб. фут/фунт = 62,43 дм ² /кг | °Фаренгейт = °С × 9/5 + 32 |
| 1 галлон/фунт = 8,3 дм ³ /кг | °Цельсий = (°F - 32) × 5/9 |
| Мощность | Энергия – количество тепла |
| 1 л.с. = 745,7 Вт | 1 кал. = 4,18 Дж |
| 1 л.с. (метрическая) = 735,5 Вт | 1 В.Т.У. = 0,252 ккал |
| 1 ккал/ч = 1,163 Вт | 1 В.Т.У. = 1053 Дж |
| 1 ВТУ/ч = 0,293 Вт | 1 В.Т.У./ фунт °F = 1 ккал/кг °С |
| 1 тонна холода = 3514,5 Вт | 1 ккал = 1 миллитерма |
| 1 тонна холода = 12000 ВТУ/ч | 1 fg/h = -1 ккал / час |
| 1 тонна холода = 3022,5 Ккал/ч | 1 ккал/ч = 1,163 Вт |
| 1 тонна холода = 2516,9 Вт | 1 тонна (США) = 3024 ккал/ч |
| | 1 тонна (Великобр.) = 3340 ккал/ч |
| Площадь | Давление |
| 1 кв. дюйм = 6,4516 см ² | 1 бар = 100 кПа = 750,06 мм.рт.ст. |
| 1 кв. фут = 0,0929 м ² | 1 бар = 1,0197 кг/см ³ |
| 1 кв. ярд = 0,8361 м ² | 1 атм. = 760 мм.рт.ст. = 1,013 бар |
| | 1 PSI = 0,06895 бар = 0,06805 атм. |
| Плотность | |
| 1 фунт / куб. фут = 0,016 кг/дм ³ | |