

12.4. МОНТАЖ ФРЕОНОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

12.4.1. ПОДГОТОВКА ТРУБ

Для фреоновой магистрали кондиционеров применяют медный или стальной трубопроводы. Выбор материала труб зависит от типа хладагента и диаметра труб. При диаметре труб более 54 мм и для аммиака применяют стальную трубу. В остальных случаях — медную. Несмотря на более высокую стоимость, медные трубопроводы имеют следующие преимущества:

- низкие потери давления: внутренняя шероховатость медных труб составляет $1,5 \cdot 10^{-3}$ мм, а стальных — $45 \cdot 10^{-3}$ мм;
- высокая устойчивость к коррозии для различных хладагентов (кроме аммиака);
- достаточно высокая прочность, что позволяет применять тонкостенные трубы;
- легкость обработки;
- возможность применения паяных соединений.

Медные трубы поставляются в бухтах (в отожженном состоянии) или в прутках (цельнотянутый прокат). Трубы имеют метрические или дюймовые размеры. Диаметры труб и толщина стенок труб, допускаемых для использования в холодильных установках, приведены в табл. 12.4.1.

Трубы, поставляемые в бухтах длиной 25–30 м, имеют слегка приплюснутое (овальное) сечение. Поэтому при вальцовочном соединении необходима калибровка их профиля.

Таблица 12.4.1. Трубы для фреоновых магистралей

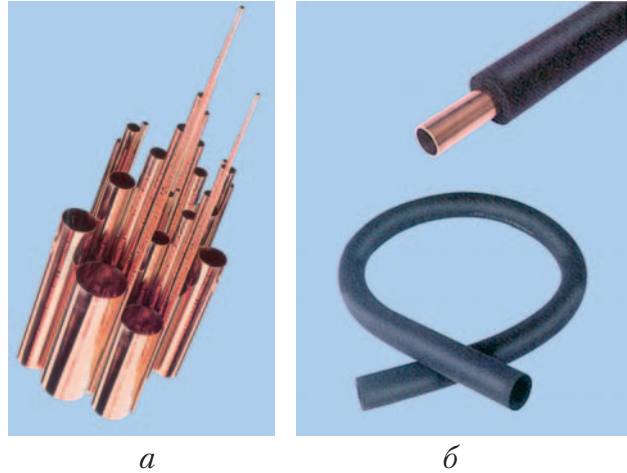
Наружный диаметр трубы, мм (дюйм)	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр трубы, мм (дюйм)	Толщина стенки, мм
6,35 (1/4)	0,8	28,58 (1 1/8)	1,0
9,52 (3/8)	0,8	31,8 (1 1/4)	1,1
12,7 (1/2)	0,8	34,92 (1 3/8)	1,1
15,88 (5/8)	1,0	38,1 (1 1/2)	1,15
19,05 (5/8)	1,0	44,59 (1 5/8)	1,25
22,22 (7/8)	1,0	50,8 (2,0)	1,4
25,4 (1,0)	1,0		

Концы труб должны быть обязательно закрыты заглушками, чтобы внутрь не попадали грязь, насекомые, вода. Если от бухты отрезается часть, то концы остатков также должны быть сразу закрыты заглушками.

Медные холоднокатаные трубы более жестки и лучше противостоят ударным нагрузкам. Кроме того, они имеют круглое поперечное сечение, не требующее калибровки, аккуратно обрезаны под углом 90°. Места холоднокатаных труб, подлежащих деформированию (вальцовке, изгибу, изготовлению раструба), необходимо отжигать.

Холоднокатаные трубы поставляются длиной 4 и 6 м.

Рис. 12.4.1. Трубы:
а – медная
холоднокатаная,
б – в теплоизоляции



12.4.2. РЕЗКА ТРУБ

Технология резки труб не должна нарушать форму поперечного сечения, делать вмятины, допускать попадание стружки вовнутрь трубы.

Прежде всего, для этого следует использовать дисковые отрезные устройства – труборезы (рис. 12.4.4). Диапазон резки дисковых труборезов (по диаметру труб) составляет 6–108 мм. Очень важно, чтобы диски были острые. При резке нельзя допускать больших усилий для прижимания диска, чтобы не изменить форму поперечного сечения трубы по отрезной кромке.

Правильная резка трубы без ее деформации достигается после 5–7-кратной прокрутки трубореза вокруг оси трубы, причем всякий раз дисковый резец должен вводиться в трубу на глубину до 0,2 мм. Одно-разовый глубокий ввод резца в материал может вызвать овализацию сечения мягкой трубы, а в случае твердой трубы – повреждение дискового резца (рис. 12.4.3).

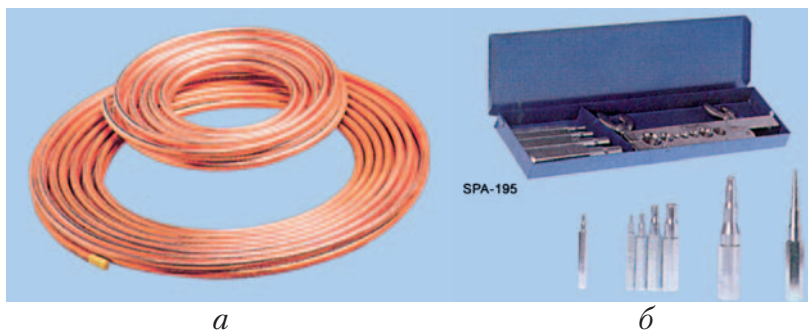


Рис. 12.4.2. а – медная труба в бухте; б – набор калибров

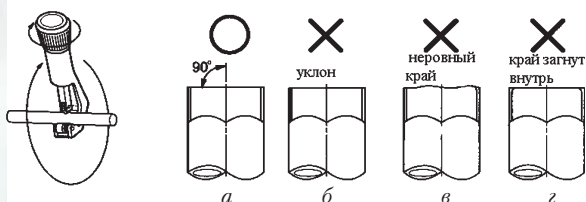


Рис. 12.4.3. Резка медной трубы труборезом



Рис. 12.4.4. Труборезы для резки труб различного диаметра



Рис. 12.4.5. Ножницы капиллярные

Трубы малого диаметра от 2 до 8 мм, в том числе капиллярные трубки, необходимо резать труборезными и капиллярными

ножницами (рис. 12.4.5). После резки трубы необходимо удалить задиры прямым или конусным шабером (рис. 12.4.6) и при необходимости откалибровать концы труб калибрами (рис. 12.4.2, б).

Для калибровки используются оправки и втулки соответствующего диаметра. Сначала калибруют внутренний диаметр при помощи оправки, а затем наружный при помощи втулки.



Рис. 12.4.6. Шаберы для зачистки кромок труб

12.4.3. ГИБКА ТРУБ

Технология гибки для мягких и твердых труб различна и зависит от диаметра. Ручная гибка с помощью ручных или пружинных трубогибов применяется для мягких труб диаметром до 19 мм (рис. 12.4.7).



Рис. 12.4.7. Трубогибы ручные:
1, 2, 3 – рычажные,
4 – пружинный;
5 – гидравлический



Рис. 12.4.8. Трубогиб
электрический

Радиус гибки ручным способом составляет 6–8 наружных диаметров труб. При изгибе меньшим диаметром могут возникнуть гофры, переломы и деформация труб. При необходимости получить радиус гибки меньших размеров и для труб диаметром более 19 мм необходимо использовать трубогибы. Трубогибы могут быть с ручным, пневматическим, гидравлическим и электрическим приводом. Минимальный радиус холодной гибки труб приведен в таблице 12.4.2.

Таблица 12.4.2. Минимальный диаметр гибки труб

Наружный диаметр трубы, мм (дюйм)	Толщина стенки, мм	Минимальный радиус гибки, мм
6,35 (1/4)	0,8	21
9,52 (3/8)	0,8	35
12,7 (1/2)	0,8	42
15,88 (5/8)	1,0	55
19,05 (3/4)	1,0	72

Трубы больших диаметров изгибают горячим способом в трубном станке, нагревая трубу до 650 °С.

В некоторых электрических трубогибах возможно задать угол изгиба (рис. 12.4.8).

12.4.4. СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ

Соединение труб между собой или с элементами холодильного контура производится с помощью резьбовых (вальцовочных), фланцевых соединений или пайкой.

Резьбовые соединения могут быть выполнены с шагом SAE (американский стандарт), который соответствует трубной цилиндрической резьбе, или бриггсовским шагом (резьба Бриггса), который соответствует трубной конической резьбе с конусностью 1:16. Резьбовое соединение SAE означает, что труба имеет конусное или цилиндрическое расширение (рис. 12.4.9). Конусное расширение, которое делается под углом 90° , заходит в наконечник штуцера и прижимается гайкой.

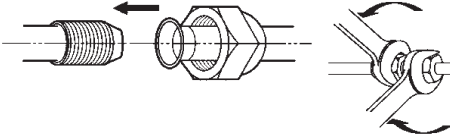


Рис. 12.4.9. Резьбовое (вальцовочное) соединение труб

Усилия, которые необходимо прикладывать при закручивании гайки на штуцер, приведены в таблице 12.4.3.

Для создания конусного расширения используются вальцовки с конусным или фигурным пуансоном (рис. 12.4.10).

При приобретении вальцовок необходимо обращать внимание на качество поверхности конусного пуансона. Его поверхность должна

Таблица 12.4.3. Усилия закручивания гаек

Наружный диаметр трубы, мм (дюйм)	Момент затяжки, кг·м
6,35 (1/4)	1,4–1,8
9,52 (3/8)	3,4–4,2
12,7 (1/2)	5,0–5,5
15,88 (5/8)	6,8–8,2
19,05 (3/4)	10,0–12,0



а



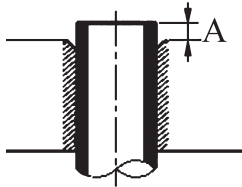
б

Рис. 12.4.10. Вальцовки: а – с конусным пуансоном; б – с фигурным пуансоном

быть хорошо обработанной, без царапин, раковин, вмятин. Зажимные пластины (матрица) должны хорошо подходить друг к другу, не нарушать поверхности труб при зажиме. В противном случае вальцовки следует дорабатывать, а конусный пуансон шлифовать. При вальцовке труб пуансон необходимо смазывать компрессорным маслом.

Зажимать трубку в пуансоне необходимо так, чтобы труба выступала над плоскостью губок на $1/3$ высоты конуса губок.

Конусный раструб должен быть симметричным с ровным торцом,



Наружный диаметр трубы, мм	A, мм
6,35	1,3
9,52	1,8
12,7	2,0

без царапин и задиrow. На это нужно обращать особое внимание, так как наличие дефектов в вальцовочном соединении приводит к утечке хладагента с последующим выходом из строя компрессора.

При пайке труб для механической прочности соединения трубы соединяются с помощью прямых цилиндрических раструбов, которые выполняются сегментным расширителем (рис. 12.4.11).

Сегментную головку в сложенном состоянии вводят в трубу и затем разводят конус, сжимая ножничный рычаг. Раструб должен выполняться одним плавным движением ножничного рычага, продолжаясь несколько секунд. Привод сегментной головки может быть с ручным (для труб диаметром меньше 1"), гидравлическим или пневматическим. Минимальная глубина цилиндрического раструба, формируемая на медной трубе, зависит от диаметра трубы.

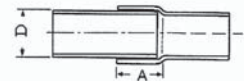


Рис. 12.4.11. Цилиндрический сегментный расширитель



Рис. 12.4.12. Расширители труб (гидравлический и электрический)

Таблица 12.4.4. Минимальная глубина раструба

Наружный диаметр трубы, мм (дюйм)	Глубина раструба, мм	Наружный диаметр трубы, мм (дюйм)	Глубина раструба, мм
6,35 (1/4)	5	28,58 (1 1/8)	13
9,52 (3/8)	6	31,8 (1 1/4)	16
12,7 (1/2)	7	34,92 (1 3/8)	17
15,88 (5/8)	7	38,1 (1 1/2)	18
19,05 (3/4)	8	44,59 (1 7/8)	20
22,22 (7/8)	9	50,8 (2,0)	22

Внутренний диаметр цилиндрического раструба должен быть таким, чтобы между соединяемыми трубами был капиллярный зазор (0,025–0,15мм). Капиллярный зазор обеспечивает всасывание жидкого припоя в пространство между трубами. Если зазор будет больше, капиллярный эффект не возникает. Подобное соединение можно паять в произвольном положении трубопровода, так как причиной всасывания в зазор является капиллярный эффект (рис. 12.4.13).

Соединять трубы можно также с помощью фитингов (рис. 12.4.14). Фитинги очень разнообразны, их перечень включает трубки, повороты, тройники, кресты и т. п.

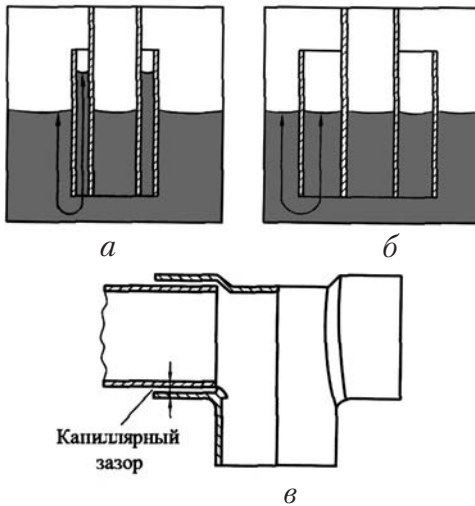


Рис. 12.4.13. Раструбное капиллярное соединение:
a – капиллярный эффект;
б – капиллярный эффект отсутствует (большой зазор);
в – раструбное капиллярное соединение



Рис. 12.4.14. Фитинги для соединения труб



Рис. 12.4.15. Припой для пайки медных труб:
а – твердый, б – мягкий

12.4.5. ПАЙКА МЕДНЫХ ТРУБ

Пайка труб может осуществляться мягким и твердым припоем. Соединение металлов при пайке мягким припоем происходит при температуре 425 °С, твердым – 460–560 °С. Тип припоя определяется соотношением меди и других металлов в его составе. При наличии в составе припоя серебра его называют серебряным. Чем больше содержание серебра, тем ниже температура плавления припоя, лучше смачиваемость припоя и его обтекание места пайки. Хорошее качество пайки получается при применении медно-фосфорных припоев, но температура плавления их выше, а смачиваемость хуже серебряных. При пайке медь–медь медно-фосфорным припоем флюс не применяется. Для пайки медь–латунь, медь–бронза применяется флюс (например, F-SH1). Капиллярный зазор при использовании серебряных припоев должен быть 0,05–0,15 мм, при медно-фосфорных – 0,025–0,15 мм.

Таблица 12.4.5. Характеристика припоев фирмы Rothenberger (Германия)

Тип припоя	Содержание, %					Температура плавления
	фосфор	серебро	цинк	кадмий	медь	
Rolot S94	5,9–6,5	—	—	—	остальное	710–880
S2, L-Ag2P	5,9–6,5	1,5–2,5	—	—	остальное	650–810
S3, L-Ag5P	5,7–6,3	4–6	—	—	остальное	650–810
S15, L-Ag15P	4,7–5,3	14–16	—	—	остальное	650–810
S30, F-SH1	—	29–31	—	19–23	остальное	600–690
L-Ag34Sn	—	33–35	1,5–2,5	—	остальное	630–730
L-Ag45Sn	—	44–46	остальное	—	26–28	480–640

МЕДНО-ФОСФОРНЫЕ И СЕРЕБРЯНЫЕ ПРИПОИ ФИРМЫ “ОСТРОВ” (РОССИЯ)

Медно-фосфорные припои

Трехкомпонентные медно-фосфорные припои с содержанием серебра до 15 % предназначены для высокотемпературной пайки в холодильной промышленности.

Особенности. Медно-фосфорные припои имеют сравнительно небольшую температуру плавления, обладают хорошей текучестью при

пайке меди и некоторых ее сплавов. Из-за присутствия в составе припоя фосфора не требуется применения флюса. Паяные швы отличаются значительной прочностью и удовлетворительной коррозионной стойкостью.

Припой этого класса широко используются при монтаже холодильного оборудования для соединений, испытывающих незначительные вибрационные и ударные нагрузки, причем с увеличением содержания серебра пластичность увеличивается. При пайке элементов арматуры с нетермостойкими элементами (ТРВ, вентили, смотровые стекла) требуется охлаждение последних для предотвращения недопустимого перегрева.

В процессе пайки для защиты от образования окалины рекомендуется продувка сухим азотом. Медно-фосфорные припои не применяются для пайки сталей из-за образования хрупкой пленки фосфитов по границе шва, что может привести к нарушению герметичности соединения.

Таблица 12.4.6. Основные характеристики медно-фосфорных припоев фирмы “Остров” (Россия)

Марка	Обозначение по DIN8513	Химический состав, %			Т _{плавления} , °С	Т _{растекания} , °С	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %
		Ag	Cu	P				
102	L-Ag2P	2	91,3	6,7	645	820	550	6
105	L-Ag5P	5	88,5	6,5	630	780	550	7
115	L-Ag15P	15	80,2	4,8	650	800	650	10

Припой 102. Трехкомпонентный медно-фосфорный припой с содержанием серебра 2 %.

Экономичен, имеет среднее растекание. Рекомендуется использовать при монтаже холодильных систем для пайки меди и ее сплавов в соединениях, не испытывающих больших вибрационных и ударных нагрузок.

Припой 105. Трехкомпонентный медно-фосфорный припой с содержанием серебра 5 %.

Пластичен, обладает медленным растеканием, поэтому способен заполнять большие зазоры. Паяный шов выдерживает небольшие вибрационные и ударные нагрузки. Рекомендуется для пайки меди и ее сплавов в изделиях холодильной техники.

Припой 115. Трехкомпонентный медно-фосфорный припой с содержанием серебра 15 %. Наиболее пластичен из-за высокого содержания серебра и пониженного содержания фосфора. Рекомендуется для пайки соединений меди и ее сплавов. Паяный шов выдерживает умеренные вибрационные и ударные нагрузки при термических циклах. Наиболее распространен при пайке холодильных установок.

Серебряные припои

Четырехкомпонентные припои с содержанием серебра до 55 % предназначены для высокотемпературной пайки в холодильной и пищевой промышленности.

Особенности. Серебряные припои имеют низкую температуру плавления и хорошо смачивают соединяемые поверхности. Они прекрасно заполняют зазоры соединений и дают прочные вакуумно-плотные швы, обладающие высокой прочностью и пластичностью, способные выдерживать значительные вибрационные и ударные нагрузки в большом диапазоне рабочих температур.

Припои этого класса широко применяются при изготовлении и монтаже холодильного оборудования, особенно при пайке соединений, испытывающих значительные вибрационные нагрузки (например, при пайке трубопроводов к компрессору).

Более низкая температура растекания по сравнению с медно-фосфорными припоями делает их предпочтительными для пайки арматуры (ТРВ, смотровых стекол, вентилях). Кроме того, снижается вероятность образования окалины. Используются с флюсом “Superflux” или аналогичным флюсом.

В изделиях пищевой промышленности разрешается применять только безкадмиевые припои.

Таблица 12.4.7. Основные характеристики серебряных припоев фирмы “Остров” (Россия)

Марка	Обозначение по DIN8513	Химический состав, %				Т _{плавления} , °С	Т _{растекания} , °С	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %
		Ag	Cu	Zn	Sn(Cd)				
1530	L-Ag30Cd	30	27	21	21Cd	607	685	460	27
530Sn	L-Ag30Sn	30	36	32	2Sn	665	755	470	28
538Sn	L-Ag40Sn	38	31	28,8	2,2Sn	660	720	520	26
540Sn	L-Ag40Sn	40	30	28	2Sn	650	710	480	30
545Sn	L-Ag45Sn	45	27,5	25,5	2Sn	640	680	550	25
555Sn	L-Ag55P	55	21	22	2Sn	630	660	510	28

Припой 1530. Четырехкомпонентный припой с содержанием серебра 30 %.

Экономичен. Имеет среднее растекание. Хорошо заполняет большие зазоры без перегрева соединения. Припой применяется во всех изделиях за исключением изделий пищевой промышленности из-за содержащегося в нем кадмия.

Внимание! Пайку производить в хорошо проветриваемом помещении с соблюдением всех мер предосторожности.

Припой 530Sn. Четырехкомпонентный припой с содержанием серебра 30 %.

Имеет более высокую температуру плавления, чем припой 1530 и обладает при этом средним растеканием. Хорошо формирует паяный шов в любом пространственном положении.

Припой 538Sn. Четырехкомпонентный припой с содержанием серебра 38 %.

Обладает быстрым растеканием, что позволяет получать вакуумно-плотные швы при значительных монтажных зазорах.

Припой 540Sn. Четырехкомпонентный припой с содержанием серебра 40 %.

Имеет большой интервал плавления и обладает хорошим растеканием. Рекомендуется для пайки меди, стали в любых сочетаниях для соединений, испытывающих значительные вибрационные и ударные нагрузки.

Припой 545Sn. Четырехкомпонентный припой с содержанием серебра 45 %.

Обладает очень быстрым растеканием и имеет низкую температуру плавления, поэтому рекомендуется для пайки элементов автоматики, боящихся перегрева (ТРВ, соленоиды, вентили).

Припой 555Sn. Четырехкомпонентный припой с содержанием серебра 55 %.

Ему свойственна самая высокая текучесть. Паяные швы обладают максимальной прочностью, коррозионной стойкостью, а также высокой пластичностью и способны выдерживать значительные вибрационные нагрузки в большом диапазоне температур. Рекомендуется для пайки арматуры, содержащей нетермостойкие элементы.

Для пайки применяются нагреватели (горелки), работающие на смеси газов: пропан–бутан–воздух, пропан–бутан–кислород, ацетилен–воздух, ацетилен–кислород (рис.12.4.16).

Используются также резистивные электрические нагреватели.

Правильный подбор нагревателя и правильная установка пламени позволяют избежать перегрева материала. Пламя горелки должно быть



Рис. 12.4.16. Нагреватели для пайки труб:

а – пропан–воздух; б – пропан–кислород; в – электрический

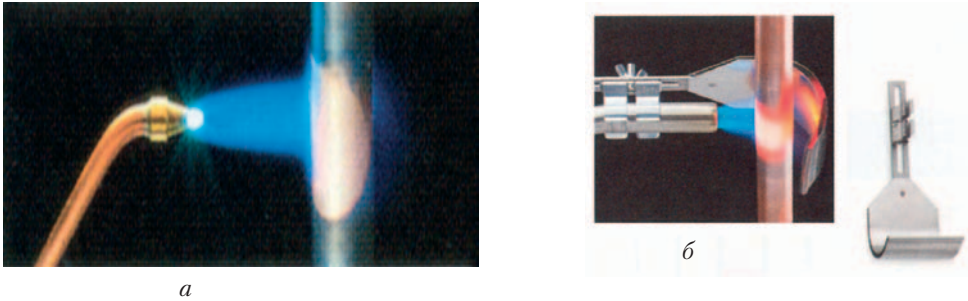


Рис. 12.4.17. Разогрев трубы перед пайкой:

a – пропан-кислородная горелка; *б* – пропановая горелка

гладким, с четким голубым свечением ядра. В первой фазе нагрева расстояние между наконечником горелки и нагреваемой поверхностью должно быть равно длине конуса пламени. Горелку держат в таком положении до достижения температуры трубы около $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ (красный цвет). Затем увеличивают расстояние от наконечника горелки до места пайки примерно в два раза.

Для уменьшения потерь тепла, особенно при использовании пропановой горелки, применяют отражатели (рис. 12.4.17, б).

При пайке необходимо создать внутри трубы среду нейтрального газа, что исключит образование окалины внутри трубы. При работе холодильной машины окись меди, флюс, остатки припоя могут забить капиллярные трубки и четырехходовой клапан. Чаще всего в качестве инертного газа используют сухой азот.

При помощи резинового шланга соединяют фреоновую магистраль и баллон с азотом. Между трубопроводом и азотным баллоном устанавливают ротаметр или регулятор расхода газа (табл. 12.4.8). Редуктор азотного баллона устанавливают на минимально возможное давление азота (не более 0,2 бара). Рота-

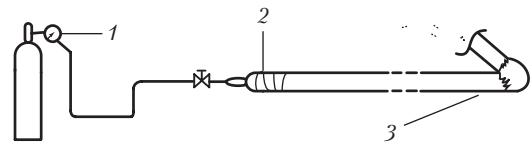


Рис. 12.4.18. Пайка медных труб в среде инертного газа:

- 1 – редуктор с регулятором расхода газа;
- 2 – уплотнение резиновым шлангом;
- 3 – место пайки

метром устанавливают скорость газа в трубе до 5 м/мин (расход $0,05\text{ м}^3/\text{ч}$). По окончании пайки необходимо про-

пускать азот по трубе до ее охлаждения (до температуры $35\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Если при пайке используется флюс, припой нагревают и наносят флюс на разогретый конец прутка припоя путем погружения его во флюс. Медно-фосфорным припоем пайка производится без флюса.

При пайке близко расположенных соединений необходимо соблюдать определенную последовательность пайки, чтобы не расплавить предыдущий шов. На рис. 12.4.19 показана последовательность пайки тройника в зависимости от его положения в пространстве. При пайке

Таблица 12.4.8 Технические характеристики регуляторов расхода газа

Наименование показателей	У-30-2	У-30П-2	АР-10-2	АР-40-2	АР-150-2	А-30-2	А-90-2
Редуцируемый газ	Углекислый газ		Аргон	Аргон	Аргон	Азот	Азот
Давление газа на входе, МПа (бар): наибольшее наименьшее при наибольшем расходе	10 (100) 0,8 (8)		20 (200) 1,5 (15)	20 (200) 0,8 (8)	20 (200) 1,5 (15)	20 (200) 2,5 (25)	20 (200) 0,8 (8)
Наибольшая пропускная способность при наибольшем рабочем давлении (красная шкала указателя расхода при дюзе №2, м ³ /ч (л/мин))	1,8 (30)		0,6 (10)	2,4 (40)	9,0 (150)	1,8 (30)	5,4 (90)
Пропускная способность по черной шкале расходомера при дюзе №1 в интервале м ³ /ч (л/мин)	0,30–0,72 (5–12)		0,03–0,15 (0,5–2,5)	0,30–0,84 (5–14)	0,6–2,4 (10–40)	0,03–0,24 (0,5–4,0)	0,90–2,22 (15–37)
Диаметры расходных шайб (дюз), мм: №1 №2	0,60 1,00		0,15 0,35	0,55 0,85	0,75 1,45	0,15 0,40	1,0 1,40
Напряжение питания электродвигателя, В	36		—	—	—	—	—
Потребляемая мощность, Вт, не более	200		—	—	—	—	—
Габаритные размеры, мм, не более	190×165×160	190×260×160 (без шнура)	190×165×160				
Масса, кг, не более	1,68		2,5		1,8		

элементов различной толщины прогрев начинают с более толстой детали. Стык трубопровода прогревают, вводят в зону пайки пруток припоя и производят пайку. После охлаждения паяного трубопровода до температуры окружающей среды закрывают подачу азота в трубопровод и протирают зону шва влажной ветошью. При необходимости очищают металлической щеткой. Поверхность паяного шва должна быть гладкой, без наплывов припоя и усадочных раковин.

Пайка электрическим резистивным нагревателем (рис. 12.4.16, в) осуществляется путем пропускания электрического тока через место спая. Место спая зажимается угольными электродами и при прохождении электрического тока на структуре уголь–медь–уголь падает большое напряжение, благодаря чему медь разогревается.

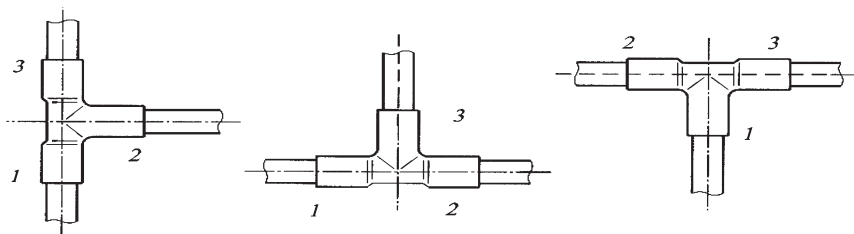


Рис. 12.4.19. Последовательность пайки тройника

Преимуществом этого метода является возможность плавного увеличения тока, а, следовательно, и температуры. Однако увеличивать ток нужно очень медленно, иначе можно прожечь трубу.

12.4.6. ПРОКЛАДКА ФРЕОНОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

При прокладке фреоновых магистралей необходимо выполнять следующие требования.

1. Медные трубы не должны иметь трещин, вмятин, изломов. Концы трубок в процессе транспортировки, хранения и монтажа коммуникаций должны быть надежно заглушены с помощью пластмассовых заглушек.
2. Изгибы трубопроводов должны быть плавными. Стенки трубок на изгибах не должны собираться в гофры, на изгибах сломы не допускаются.
3. Фреоновые трубопроводы должны быть термоизолированы по всей длине. Стыки термоизолирующих трубок должны быть переклеены скотчем или клеем.
4. Теплоизолированные фреоновые трубопроводы должны быть защищены от механических воздействий по всей длине. Каждая труба должна иметь отдельную теплоизоляцию (рис. 12.4.20). Объединять трубы в одну теплоизоляцию не допускается.

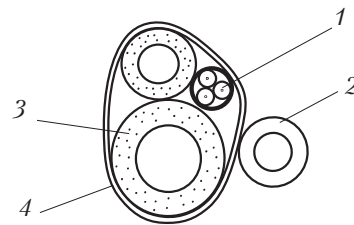


Рис. 12.4.20. Теплоизоляция фреоновых трубопроводов:

- 1 – электрический кабель;
- 2 – дренажный трубопровод;
- 3 – теплоизоляция;
- 4 – механическая защита (лента ПВХ)

Теплоизоляция не защищенных от механических воздействий фреоновых трубопроводов должна быть покрыта армированным влагостойким скотчем или лентой ПВХ, чтобы избежать атмосферных воздействий. Механическая изоляция может быть общей для трубопроводов, электрических проводов и дренажной трубы (рис. 12.4.20).

5. Фреоновые трубопроводы в штробах должны быть закреплены через каждые 0,6 м. Крепление в штробах на поворотах обязательно.
6. Ширина и глубина штроба должна быть достаточной для того, чтобы после укладки коммуникаций осталась возможность перекрыть их штукатурным раствором на глубину не менее 20 мм.

7. Закладка в штробы трубопроводов с паяными стыками, как правило, не допускается. В технически обоснованных случаях это возможно при условии проверки паяных стыков фреоновой магистрали избыточным давлением 20 бар в течение 18 часов. Давление может меняться только на величину, соответствующую изменению температуры окружающего воздуха:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2},$$

где T_1, T_2 — температура окружающей среды до и после проверки соответственно;

P_1, P_2 — давление во фреоновой магистрали до и после проверки соответственно.

Внимание! Температура должна быть измерена в градусах Кельвина, а давление — в барах.

8. При прохождении фреоновыми трубопроводами ограждающих конструкций (стен, межэтажных перекрытий) обязательна установка стальных или пластмассовых гильз. После установки гильза заделывается теплоизоляцией и цементным раствором.
9. Как исключение допускается прохождение в гильзе фреоновых трубопроводов без теплоизоляции. Однако в этом случае пустоты в гильзе должны быть на всю глубину заполнены вспенивающимся герметиком.
10. В случае прокладки фреоновых трубопроводов за подвесным потолком допускается прокладка без защиты от механических воздействий. Трубопроводы подвешиваются на специальные кронштейны или перфорированную подвеску. Крепление фреоновых трубопроводов к уже существующим прочим коммуникациям, подвескам подвесного потолка не допускается.
11. Превышение длины фреоновых трубопроводов относительно предельно допустимой длины для данного типа систем кондиционирования не допускается.
12. Места паяных соединений фреоновых трубопроводов должны быть отмечены в исполнительной документации. Паяные соединения на теплоизолированном трубопроводе отмечаются полоской цветного скотча шириной 1 см.
13. Механические соединения фреоновых трубопроводов должны быть герметичны.

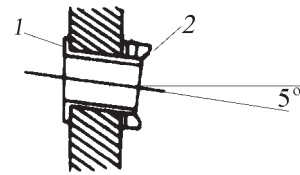


Рис. 12.4.21. Установка гильзы в стене:
1 — гильза;
2 — запорная шайба

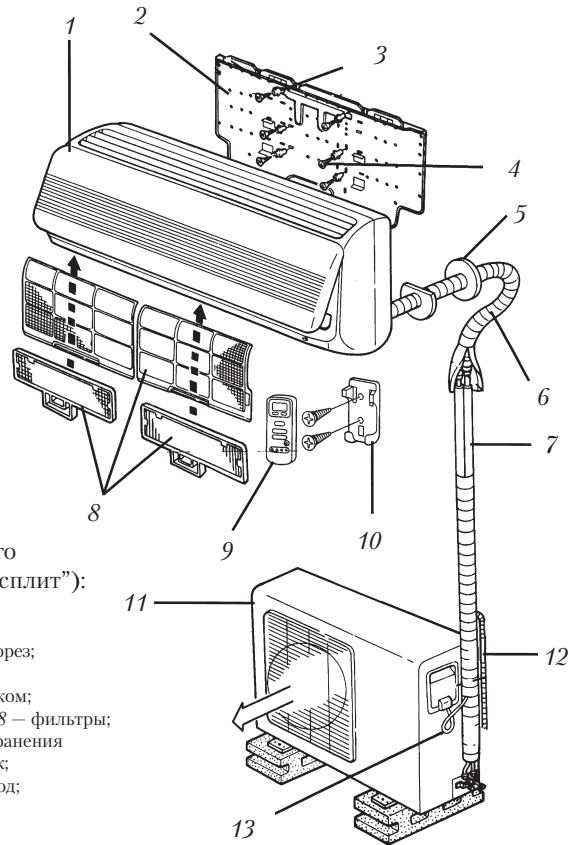


Рис. 12.4.22. Схема монтажа бытового кондиционера (типа “сплит”):

- 1 – внутренний блок;
- 2 – монтажная плата;
- 3 – дюбель; 4 – шуруп-саморез;
- 5 – запорная шайба;
- 6 – теплоизоляция с бандажом;
- 7 – фреоновая магистраль; 8 – фильтры;
- 9 – пульт; 10 – скоба для хранения пульта;
- 11 – наружный блок;
- 12 – дренажный трубопровод;
- 13 – электрический кабель

12.4.7. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ВСАСЫВАЮЩИХ МАГИСТРАЛЕЙ

На горизонтальных участках для возврата масла на всасывающем трубопроводе необходимо делать небольшой уклон в сторону компрессора. Если наклона не будет, то возможно образование застойных зон, откуда масло удалить будет сложно. С учетом уклона скорость на горизонтальных участках может быть снижена до 2,5 м/с. Увеличивать скорость более чем 20 м/с нецелесообразно по причине увеличения потерь давления и уровня шума движущегося газа.

На вертикальных участках масло будет подниматься, если скорость хладагента будет больше 5 м/с. Если диаметр вертикальной трубы больше 2 дюймов или если температура испарения ниже -10°C , минимальная скорость газа, необходимая для подъема масла во всасывающих трубопроводах, расположенных вертикально, должна быть 8–9 м/с.

На выходе испарителя, расположенного выше компрессора, необходимо делать U-образную маслоподъемную петлю, после чего всасывающий трубопровод следует поднять выше испарителя, чтобы не допустить стекания жидкого хладагента в компрессор (рис. 12.4.23).

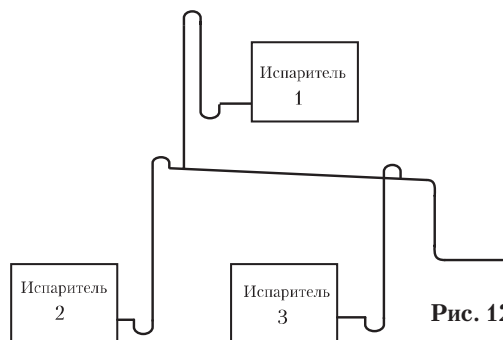


Рис. 12.4.23. Монтаж всасывающих магистралей (компрессор внизу)

В случае, если испаритель расположен ниже компрессора (рис. 12.4.24), на выходе испарителя также необходимо установить маслоподъемную петлю. Та часть трубопровода, которая имеет наклон в сторону компрессора, должна начинаться обратным сифоном, расположенным в самой верхней точке трубопровода таким образом, чтобы препятствовать попаданию масла в испаритель.

Для холодильных установок с регулируемой производительностью восходящие участки всасывающих трубопроводов выполняются из двух параллельных труб. Диаметр этих трубопроводов определяется таким образом, чтобы в сумме оба они обеспечивали возврат масла в компрессор при полной нагрузке. При частичной нагрузке труба большего диаметра оказывается закупоренной масляной пробкой, образованной в маслоподъемной петле, в результате чего скорость газового потока в трубе меньшего диаметра возрастет, обеспечивая возврат масла. Диаметр этой трубы должен определяться, исходя из условий обеспечения возврата масла при работе установки с минимальной производительностью.

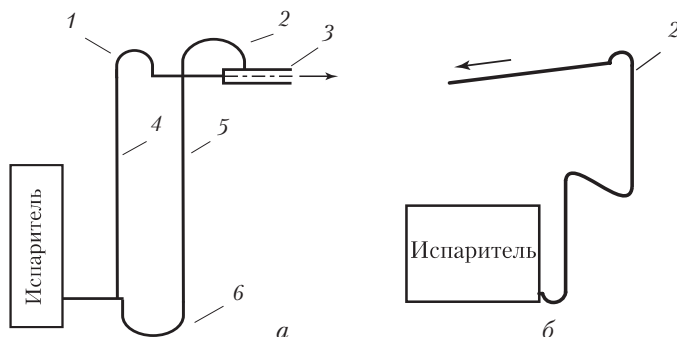


Рис. 12.4.24. Восходящие всасывающие трубопроводы:
а – компрессор снизу; *б* – компрессор сверху;
 1, 2 – обратный сифон в верхней части; 3 – коллектор всасывания; 4 – байпасный восходящий трубопровод; 5 – основной восходящий трубопровод; 6 – маслоподъемная петля

12.4.8. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Если конденсатор располагается выше компрессора (например, в прецизионных кондиционерах с вынесенным конденсатором), возникает опасность, что во время остановки компрессора масло, выброшенное в нагнетательную магистраль, будет стекать назад в клапанную группу. Поэтому если разность по высоте между конденсатором и компрессором составляет более 3 м, необходимо предусмотреть в начале восходящего участка маслоподъемную петлю. Если разность уровней еще больше, то маслоподъемные петли нужно устанавливать через каждые 3 м. Кроме того, на выходе компрессора нужно устанавливать маслоотделитель.

Для установок с регулируемой производительностью необходимо устанавливать две параллельные линии, аналогично линии всасывания.

Для хладагентов, не смешиваемых с маслом (R717), эти меры применять не требуется.

12.4.9. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЖИДКОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Жидкостный трубопровод должен иметь наклон в сторону регулятора потока. Нельзя создавать перевернутые U-образные участки трубопроводов, в которых может сосредотачиваться газ. Как известно, газ в жидкостной магистрали ухудшает работу регулятора потока.

Для восходящих жидкостных трубопроводов длиной более 5 м рекомендуется переразмерить диаметр жидкостной трубы.

12.4.10. МОНТАЖ МАСЛОПОДЪЕМНЫХ ПЕТЕЛЬ

В маслоподъемной петле скапливается масло, унесенное хладагентом из компрессора.

Если маслоподъемных петель несколько, то масла, оставшегося в них, может быть довольно много. А это значит, что масла может не хватить для смазки компрессора. Поэтому при установке маслоподъемных петель необходимо:

- габаритные размеры маслоподъемных петель делать как можно меньше;
- после первого запуска установки добавить масло в контур до необходимого уровня в компрессоре.



Маслоподъемную петлю при больших диаметрах труб можно изготовить из 90° уголков. Но лучше всего использовать петли заводского изготовления (рис. 12.4.25).

2.4.11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ТРУБ ФРЕОНОВЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Рис. 12.4.25. Маслоподъемная петля

Обычно в руководствах по монтажу кондиционеров указываются диаметры труб фреоновой магистрали. Однако монтажники и проектировщики часто либо не имеют этих данных, либо хотят сделать отклонения от технической документации в силу обстоятельств, сложившихся на конкретном объекте.

Выбор диаметра труб фреоновой магистрали определяют три обстоятельства:

- потери давления на магистрали;
- обеспечение возможности возврата масла;
- скорость потока хладагента.

Потери давления напрямую влияют на холодопроизводительность установки. При возрастании потерь давления в трубопроводах холодопроизводительность падает, а потребляемая мощность увеличивается. Рост потерь давления пропорционален квадрату скорости хладагента в трубопроводе. Особенно влияют на холодопроизводительность потери давления в трубопроводах всасывания. Потери давления жидкостной магистрали можно рассматривать как незначительные.

Потери давления оцениваются по эквивалентному перепаду температур на фреоновой магистрали. Средние потери давления для трубопровода длиной 30 м не должны превышать 1–2 К. Исходя из этого, оптимальная скорость потока хладагента в трубопроводах холодильной установки должна иметь значения, указанные в таблице 12.4.9.

Таблица 12.4.9. Допустимая скорость хладагента в трубопроводе, м/с

Тип трубопровода	Хладагент	
	R12, R22, R502	R717
Всасывания	5–30	8–40
Нагнетания	8–20	10–30
Жидкостный	0,3–1,0	0,5–1,0

В результате хорошего растворения масла в жидком хладагенте циркуляция масла в жидкостной магистрали не вызывает проблем.

В магистралях нагнетания и всасывания масло и хладагент разделяются, поэтому необходимо применять определенные меры по возврату масла в компрессор.