

Гражина
Бартольд-Вишневска

МЕДЬ

в санитарно- -технических установках

Перевод
Игорь Закшевски

Издание первое



Варшава 1997
Издательство учебной
и педагогической литературы

Проект обложки: Кшиштоф Демянюк
Редактор: Данута Калиновска
Технический редактор: Мария Дылевска

*Инициатор издания книги и ее спонсор:
Польский центр промоции меди АО
50-136 Вроцлав, пл. 1 Мая, 1-2*

В книге представлены преимущества использования меди, дан обзор медных элементов установок, представлены обработка и соединение труб, технология исполнения установок холодного и горячего водоснабжения, центрального отопления и газоснабжения, а также наружные медные трубопроводы.

ISBN 83-02-06829-2

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
oraz Polskie Centrum Promocji Miedzi S.A.
Warszawa 1997 r.

Издательство учебной и педагогической литературы
Варшава 1997

Фотонабор: AJ STUDIO s.c., Warszawa
Печать: Zakłady Graficzne w Poznaniu

Содержание

1. Общие сведения	5
1.1. Введение	5
1.2. Соединение меди с другими металлами	7
1.3. Капиллярные соединения	8
2. Элементы медных установок	10
2.1. Трубы	10
2.2. Фитинги	12
3. Эксплуатационные свойства труб и фитингов	15
4. Обработка труб	16
4.1. Резка	16
4.2. Гибка	18
4.3. Исполнение раструба	21
4.4. Выдавливание отводов	23
5. Соединение труб	26
5.1. Виды соединений	26
5.2. Неразъемные соединения	26
5.2.1. Пайка соединений	26
5.2.2. Сварка	30
5.3. Разъемные соединения	31
5.3.1. Фланцевые соединения	31
5.3.2. Фитинги для разъемных соединений	32
5.4. Рекомендации по использованию трубомуфт в установках из медных труб	33
6. Водопроводные установки: холодного и горячего водоснабжения	35
6.1. Общие рекомендации	35
6.2. Принципы монтажа трубопроводов	35
6.2.1. Общие принципы прокладки медных трубопроводов	35
6.2.2. Крепление трубопроводов	38
6.2.3. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов	40
6.3. Рекомендации относительно материалов для других элементов медных установок	42
6.4. Прием установки и сдача ее в эксплуатацию	44

- удобство монтажа медных трубопроводов;
- многосторонность применения того же самого материала во всех видах установок, позволяющая применить в объекте единую технику монтажа;
- сравнимость стоимости установок из меди и пластмасс;
- стойкость к изменениям температуры и к действию ультрафиолетовых лучей;
- возможность полной рекуперации и вторичного использования пришедших в негодность труб.

Изложенные в отдельных главах материальные и рабочие требования обеспечивают пользователям медных установок полную надежность эксплуатации и гарантируют проектную долговечность. Соблюдение этих требований позволяет избежать наиболее опасных форм коррозии меди, к которым относятся язвенная и эрозийная коррозия.

Язвенная коррозия, то есть локальная коррозия металла, наступает в местах разрушения окисной защитной пленки, покрывающей внутренние, находящиеся в контакте с водой поверхности труб. В трубах установок холодного и горячего водоснабжения перечисленные ниже факторы затрудняют образование защитной пленки или повреждают уже существующую пленку:

- неправильный химический состав меди,
- неправильная подготовка внутренних поверхностей труб в процессе их производства,
- утечка припоя на внутреннюю поверхность труб,
- наличие внутри труб твердых частиц (например, песка), которые проникли в установку в ходе монтажа или во время эксплуатации (отсюда требование фильтрации воды как подаваемой в установку так и используемой для ее промывки).

Эрозийную коррозию вызывает турбулентное течение воды у стенок труб. Таким образом важным является соблюдение проектной скорости течения воды, а также ограничение возможностей нарушения течения, например, сужений, паяльных припоев, неправильно исполненных отводов.

1.2. Соединение меди с другими металлами

При изготовлении медных установок важной проблемой является соединение меди с другими металлами в одной системе циркуляции воды. Вследствие непосредственного соединения меди со сталью, оцинкованной сталью или алюминием возникает электрохимическая реакция, вызывающая быстрое растворение железа, цинка и алюминия. Для исключения этого явления необходимо отделить эти металлы от меди изолирующей прокладкой. Даже при отсутствии металлического стыка медь стимулирует коррозию вышеуказанных материалов. Этот процесс является результатом выделяемых в осадок ионов меди (Cu^{2+}), проникающих в воду в процессе равномерной коррозии медных поверхностей. Ионы осаждаются в местах уже возникших коррозионных язв и вызывают ускоренное разрушение основного материала (стали, оцинкованной стали либо алюминия).

В установках отопления соединение стали и меди допустимо лишь при содержании кислорода в воде не превышающем $0,1 \text{ мг/дм}^3$, что практически возможно только в замкнутых системах. Даже в случае установки, работающей в замкнутой системе, не рекомендуется применять в одной системе циркуляции воды медь и алюминий.

Согласно действующим правилам, введенным законом *Строительное право*, все материалы, устройства и элементы установок из медных труб должны иметь сертификаты соответствия польским стандартам, либо заявления о соответствии техническим апробациям.

Организациями, уполномоченными Министерством строительства для выдачи вышеуказанных документов, являются:

- по установке водоснабжения Главный центр проектно-конструкторских исследований техники прокладки сетей „ИНСТАЛЬ” в Варшаве;
- по установке газоснабжения Институт нефте- и газодобывающей промышленности в Кракове.

1.3. Капиллярные соединения

В следующих главах будут применяться определения: капиллярные соединения и капиллярные фитинги.

Капиллярное явление возникает вследствие действия капиллярного давления, образуемого поверхностным натяжением на искривленной поверхности жидкого тела. К наиболее распространенным капиллярным явлениям относится всасывание жидкости в узкие трубки, называемые капиллярами или капиллярными сосудами.

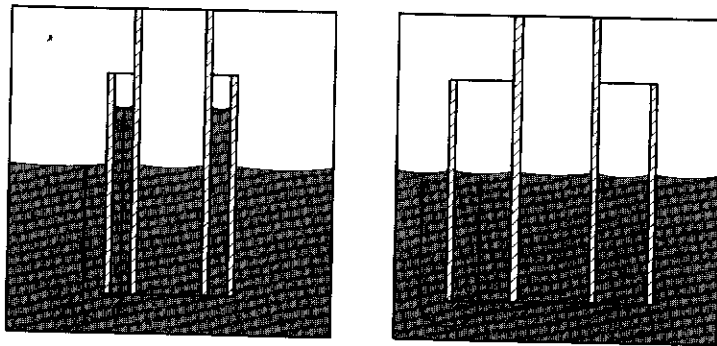


Рис. 1.1. Эффект действия капилляра (капиллярного сосуда)

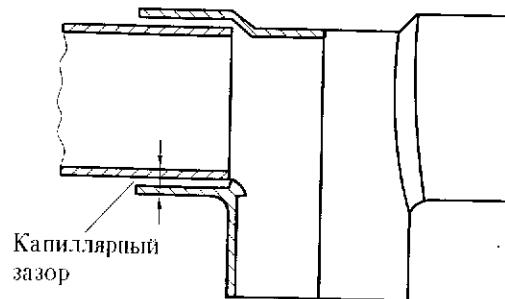


Рис. 1.2. Раструбное капиллярное соединение

Если в сосуд с жидкостью вставить две концентрические трубы, между которыми имеется небольшой зазор, то жидкость будет втянута в этот зазор (рис. 1, 1а). В случае большой разности диаметров концентрических труб (рис. 1, 1б) этот эффект не наблюдается.

В медных установках часто применяются соединения с капиллярным зазором. На рисунке 1.2 показано раструбное капиллярное соединение. Такое соединение можно паять при произвольном положении трубопровода, так как припой всасывается в зазор в любом положении.

2. Элементы медных установок

2.1. Трубы

Трубы, предназначенные для сантехнических установок, изготавливаются из меди, раскисленной фосфором, с минимальным содержанием $\text{Cu}+\text{Ag}$ 99,9% и с остатком фосфора $0,015\pm 0,040\%$.

Физические свойства этого материала:

- плотность 8,94 кг/дм³
- температура плавления 1083°C
- теплопроводность при температуре 20°C 305±339 Вт/(м·°С)

Указанный сорт меди обозначается следующим образом:

- **Cu-DHP** согласно проекту европейского стандарта EN 133/20 и международного стандарта ISO 1190-1,
- **SF-Cu** согласно немецкой норме DIN 1787,
- **C 106** согласно британской норме BS 1172.

Эти обозначения должны наноситься изготовителями на трубы, предназначенные для сантехнических установок.

Трубы, производимые в Польше, маркируются символом SF-Cu.

Установочные трубы производятся в трех квалификационных состояниях, различающихся степенью твердости, механическими и эксплуатационными свойствами:

- **мягкое состояние**, обозначаемое R220, F22 либо г; мягкие трубы изготавливаются в диапазоне диаметров 6÷54 мм и могут поставляться:
 - в кольцах, с длиной труб 25÷50 м и диаметрами 6÷22 мм;
 - в прямых отрезках длиной 3 и 5 м, в диапазоне диаметров 6÷54 мм;

- **полутвердое состояние**, обозначаемое R250 либо z4; трубы в полутвердом состоянии производятся в диапазоне диаметров 6÷267 мм и доставляются в прямых отрезках 3 и 5 м;
- **твердое состояние**, обозначаемое R290, F30 или z6; трубы в твердом состоянии производятся в диапазоне диаметров 6÷267 мм и доставляются в прямых отрезках 3 и 5 м.

Размеры полного ассортимента медных труб и возможные отклонения этих размеров приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Размеры медных труб и их отклонения

Наружный диаметр мм	Допустимое отклонение среднего диаметра для всех состояний мм	Допустимое отклонение диаметра для состояния R290 мм	Допустимое отклонение диаметра для состояния R250 мм	Толщина стенки мм
6 8 10 12	±0,04	±0,04	±0,09	0,6; 0,8; 1,0 (для Ø10 также 0,7)
15	±0,04	±0,04	±0,09	0,7; 0,8; 1,0
18	±0,04	±0,04	±0,09	0,8; 1,0
22 28	±0,05	±0,06	±0,10	0,9; 1,0; 1,2; 1,5
35	±0,06	±0,07	±0,11	1,2; 1,5
42	±0,06	±0,07	±0,11	1,2; 1,5
54	±0,06	±0,07	±0,11	1,2; 1,5; 2,0
64	±0,07	±0,10	±0,15	2,0
66,7	±0,07	±0,10	±0,15	1,2
76,1	±0,07	±0,10	±0,15	1,5; 2,0
88,9	±0,07	±0,15	±0,20	1,5; 2,0
108	±0,07	±0,20	±0,30	1,5; 2,5
133	±0,20	±0,70	±0,40	1,5; 3,0
159	±0,20	±0,70	±0,40	2,0; 3,0
219 267	±0,60	±1,50	—	3,0

2.2. Фитинги

Для соединения медных труб между собой, а также соединения с каналами и оборудованием из других материалов применяются три рода фитингов:

- медные для капиллярной пайки,
- латунные для зажимных соединений,
- нарезные, изготовленные из латуни или бронзы, при этом с концами для нарезных и дополнительно капиллярноспаянных соединений.

Медные фитинги изготовлены из того же самого сорта меди, что и трубы.

Ассортимент производимых медных фитингов очень широк (см. снимок 1*), основными являются:

- одно- и двухраструбные коленья (угольники),
- одно- и двухраструбные дуговые коленья с углом 45° и 90° ,
- дуговые коленья с углом 180° ,
- прямые и переходные тройники,
- кресты,
- прямые и переходные муфты,
- пробки.

Диапазон диаметров вышеперечисленных фитингов - 6÷108 мм, а у некоторых даже до 159 мм.

Стандартизированы размеры фитингов, от которых зависит плотность и прочность соединений:

- внутренний диаметр и глубина раструба,
- наружный диаметр и длина гладкого конца,
- минимальная толщина стенки,
- минимальный диаметр сквозного отверстия.

Размеры раструбов и гладких концов фитингов (рис. 2.1) и их возможные отклонения приведены в таблице 2.2.

* Снимки помещены в конце книги.

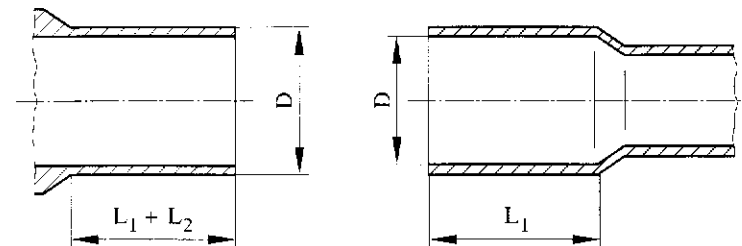


Рис. 2.1. Размеры раструба и гладкого конца фитинга

Таблица 2.2. Размеры фитингов для капиллярной пайки

Номинальный диаметр мм	Возможные отклонения мм		Ширина зазора труба-фитинг мм		Минимальная длина раструба или гладкого конца мм	
	диаметр мм	внутреннего диаметра раструба	минимум	максимум	L ₁	L ₂
6					5,8	
8					6,8	
10	-0,15	-0,05	0,02	0,20	7,8	2,0
12	+0,006	-0,04			8,6	
15					10,6	
18					12,6	
22	+0,18	+0,05	0,20	0,24	15,4	2,0
28	+0,07	-0,06			18,4	
35	+0,23	+0,06	0,03	0,3	23,0	2,0
42	+0,09	-0,07			27,0	
54					32,0	
64			0,03	0,41	32,5	2,0
76,1	+0,33	+0,07			33,5	3,0
88,9	+0,10	-0,08			37,5	3,0
108					47,5	4,0

Для производства **зажимных фитингов** и **фитингов с нарезным концом** применяются следующие медные сплавы:

- латуни
 - согласно PN-92/H-87025 - MO58, MO58A, MO59 и MO60,
 - согласно проекту EN 133/31 - CuZn39Pb3, CuZn33Pb2 и CuZn36Pb2,
 - согласно DIN 17660 - CuZn40Pb2, CuZn37Pb2,
- бронзы
 - согласно PN-91/H-87026 - B663,
 - согласно проекту EN 133/90 - CuPb5Sn5Zn5,
 - согласно DIN 1705 - CuSn5ZnPb.

Ассортимент фитингов, производимых из медных сплавов, очень широк (см. снимки 2 и 3), он охватывает:

- коленья с резьбой и раструбами для пайки,
 - тройники с резьбой и раструбами для пайки,
 - коленья и тройники с захватами для крепления к стенам,
 - прямые и переходные муфты и ниппели,
 - соединительные гайки прямые и угловые, с нарезными концами и для пайки,
 - зажимные фитинги (муфты, коленья, тройники),
 - фланцы, заглушки и колпаки
- и много других фитингов специального назначения.

Эти фитинги производятся в диапазоне диаметров 6÷108 мм с наружной трубной конической резьбой (R) и внутренней трубной цилиндрической резьбой (G).

Внешние и внутренние поверхности фитингов должны быть чистыми, без заметных следов коррозии и без дефектов механической обработки (рисок, пор и т.п.).

Каждый фитинг должен быть ясно и прочно обозначен:

- фирменным знаком или названием производителя,
- номинальным диаметром соответствующей ему трубы или размером резьбы (в случае фитингов с резьбой),
- знаком качества, если он присвоен (напр. DVGW, BSI, KIWA или COBRTI „INSTAL“).

3. Эксплуатационные свойства труб и фитингов

Непревышаемая температура работы медных труб составляет 250°C. Величины температур, отмечаемые в сантехнических установках, практически не имеют влияния на механические свойства труб. Таким образом, допустимое рабочее давление обуславливается родом соединения, примененного в установке.

Таблица 3.1. Допустимое рабочее давление в установках из медных труб с паянными и зажимными соединениями

Род соединения	Температура работы °C	Допустимое давление (МПа) для трубопроводов диаметром		
		6÷28 мм	35÷54 мм	64÷108 мм
Мягкая пайка	30	4,0	2,5	1,6
	65	2,5	1,6	1,6
	110	2,5	1,0	1,0
Твердая пайка	30	4,0	2,5	1,6
	110	1,6	1,0	1,0
Зажимное	65	1,0	1,0	0,6
	110	0,6	0,6	0,4

Величины рабочего давления, допустимые для основных соединений, применяемых в монтаже медных установок, приведены в таблице 3.1.

4. Обработка труб

4.1. Резка

Резка относительно тонких стенок медных труб - быстрая и простая операция. Она может производиться при помощи мелкозубных **ножовок для металла**, широко применяемых для резки стальных труб. Для сохранения перпендикулярности кромки резки по отношению к оси трубы необходимо применять проводку, например, корытообразную (рис. 4.1).

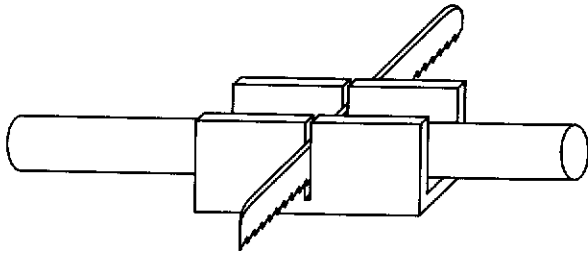


Рис. 4.1. Корытообразная проводка

Дисковые труборезные пилы - лучшие инструменты для резки медных труб. Они изготавливаются в разных размерах многими производителями монтажного инструмента. На практике они применяются для резки труб диаметром 18÷108 мм, то есть в том же самом диапазоне, в каком производятся капиллярные фитинги.

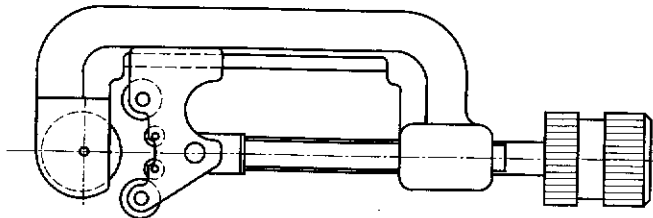


Рис. 4.2. Дисковая труборезная пила

Дисковые труборезные пилы могут иметь либо неподвижные подпирющие ролики и подвижный дисковый резец, либо неподвижный вращающийся дисковый резец и подвижные подпирющие ролики (рис. 4.2).

Применение дисковой труборезной пилы обеспечивает не только перпендикулярность кромки резки по отношению к оси, но и чистую поверхность кромки - задиры (грат), которые образуются только внутри трубы. Такие задиры легко удалить простыми инструментами, например, скребком.

Правильная прорезь трубы, без ее деформации, получается после 5÷7-кратной прокрутки станка вокруг оси трубы, причем всякий раз дисковый резец должен вводиться в стенку трубы на глубину до 0,2 мм. Одноразовый глубокий ввод резца в материал может вызвать овализацию сечения мягкой трубы, а в случае твердой трубы - повреждение дискового резца.

Труборезные ножницы (рис. 4.3) применяются для резки мягких медных труб наименьших диаметров (6 и 8 мм). Во время резки инструмент неподвижен, а вращается труба.

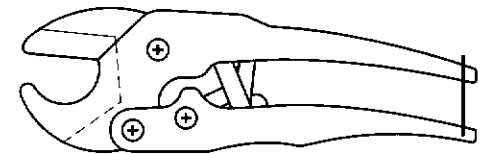


Рис. 4.3. Труборезные ножницы

Трубы наибольших диаметров (свыше 108 мм) необходимо, как правило, резать в условиях организованного изготовления сборных изделий, на труборезных станках с дисковыми пилами.

Действиями, завершающими операцию резки, являются:

- удаление задиры: внутренних от резки дисковой труборезной пилой, либо внутренних и наружных от резки ручной ножовкой или дисковой пилой,
- калибровка концов труб; она необходима только после резки мягких труб, концы которых могли деформироваться.

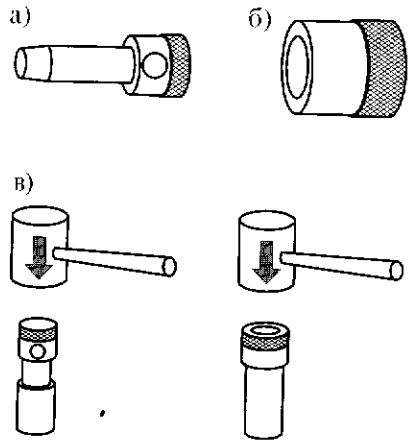


Рис. 4.4. Калибраторы для медных труб:
а) для калибровки внутреннего диаметра,
б) наружного, в) применение калибраторов

Все действия, связанные с операцией резки, можно выполнять без крепления трубы в монтажных тисках. При желании их применить следует помнить о предохранении трубы от деформации, например, при использовании разделимых обжим с гнездами кругового сечения, подобранных к щекам тисков.

4.2. Гибка

Гибка труб благодаря высокой податливости меди к формированию производится легко, как на производстве сборных изделий, так и на месте монтажа.

Техника гибки различна для мягких и твердых труб и зависит также от диаметра формируемой трубы.

Все способы гибки должны:

- обеспечивать чистоту внутренней и наружной поверхности труб в зоне гибки,

Задиры удаляют простыми орудиями, например, скребками. При этом необходимо избегать снятия фаски с конца трубы, что нежелательно при последующем соединении.

Для калибровки используются калибрующие оправки и втулки, соответствующие данному диаметру (рис. 4.4).

Первым калибруется внутренний диаметр при помощи оправки, затем наружный диаметр при помощи втулки. Попытка одновременной калибровки наружного и внутреннего диаметров трубы ведет к застреванию и повреждению калибраторов.

- вызывать минимальную деформацию кругового сечения трубы в зоне гибки,
- вызывать относительно малые изменения толщины стенки трубы на наружном радиусе дуги.

Ручная гибка без инструментов может с успехом применяться для труб в мягком состоянии, диаметром до 22 мм. Радиус сгиба, получаемый таким образом, составляет 6+8 наружных диаметров трубы (рис. 4.5). При попытке гибки меньшим радиусом часто наступает перелом трубы.

Преимуществами ручной гибки являются ускорение операции и возможность корректирования формы, а ее недостатком является неповторяемость (по причине приблизительности оценки полученной дуги).

Гибке с использованием инструментов подвергаются все трубы в твердом состоянии (доставляемые в прямых отрезках). Для гибки медных труб используются те же самые инструменты (трубогибочные станки), что и для ручной гибки стальных труб.

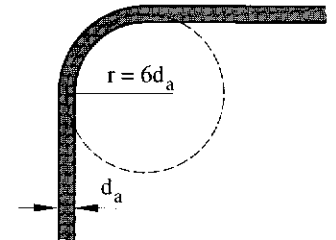


Рис. 4.5. Дефиниция радиуса гибки

Твердые трубы малых диаметров подвергаются холодной гибке радиусом равным 3+6 наружным диаметрам (таблица 4.1).

Таблица 4.1. Минимальный радиус холодной гибки медных труб в твердом состоянии

Наружный диаметр мм	Толщина стенки мм	Минимальный радиус гибки мм
6	0,8 и 1	21
8	0,8 и 1	28
10	0,8 и 1	35
12	0,8 и 1	42
15	1	52,5
18	1	72

Трубы диаметром свыше 22 мм можно правильно сгибать только горячим или холодным способом, после предварительного смягчающего отжига.

Минимальный радиус гибки при обоих способах составляет 4 ± 5 наружных диаметров трубы.

Холодная гибка с предварительным отжигом требует применения специального трубогибного станка с так наз. волоочным стержнем, который калибрует внутреннее сечение сгибаемой трубы. При горячей гибке перед нагревом трубу следует заполнить сухим песком.

Очередность действий при горячей гибке медных труб:

- определение зоны гибки и нагрева,
- заполнение трубы сухим мелкозернистым песком,
- закупорка трубы деревянной пробкой,
- предварительный нагрев (до потускнения поверхности трубы),
- собственно нагрев, производимый равномерно по всей намеченной длине до температуры около 650°C , то есть до получения темно-красного цвета поверхности трубы,
- медленная гибка на трубогибном станке,
- тщательное удаление песка и свободное охлаждение гнутой трубы.

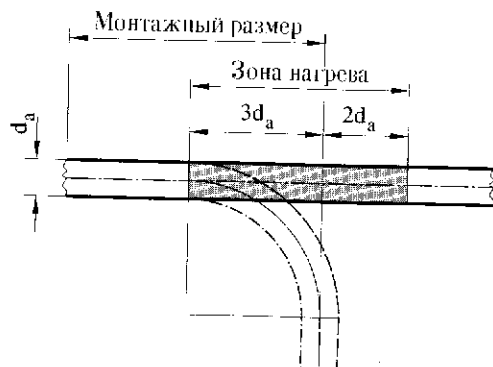


Рис. 4.6. Определение зоны гибки и зоны нагрева перед гибкой

Определение зоны нагрева и гибки имеет очень важное значение. На рисунке 4.6 представлен принцип определения зоны нагрева и исполнения дуги углом в 90° .

Трубу нагревают ацетилено-воздушной либо ацетилено-кислородной горелкой. Правильный подбор головки горелки в зависимости от диаметра трубы и правильная установка пламени позволяют избежать перегрева материала.

Пламя должно быть всегда нормальным (нейтральным), с гладким и четким ядром. В первом такте нагрева расстояние между головкой горелки и нагреваемой поверхностью должно быть равно примерно двойной длине конуса пламени. Во втором такте это расстояние увеличивают вдвое.

Горелку держат в этом положении до достижения трубой температуры около 650°C .

Смягчающий отжиг перед холодной гибкой производится подобным образом, как и вышеописанный нагрев.

4.3. Исполнение раструба

Исполнение раструба позволяет соединить две трубы без применения фабрично изготовленной двухраструбной муфты. Оно допустимо, однако, только для соединения труб равных диаметров и только в установках холодного и горячего водоснабжения и отопительных установках, при температуре подаваемого агента не выше 110°C . В других установках необходимо использовать двухраструбные муфты.

Раструбы, исполненные на трубах, должны иметь такие же размеры, как раструбы муфт.

Как правило, раструбы должны быть цилиндрическими, коаксиальными, а зазор после ввода конца второй трубы не может быть меньше 0,2 мм. Он не может быть также больше 0,3 мм при диаметре до 54 мм и 0,4 мм при диаметре свыше 54 мм. Таковы условия, обеспечивающие образование капиллярного зазора.

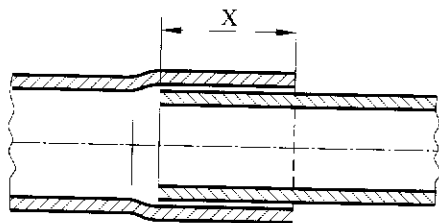


Рис. 4.7. Глубина раструба

Данные о минимальной глубине раструба (рис. 4.7), определяющей прочность соединения, приводятся в таблице 4.2.

Исполнение раструбов на мягких трубах не представляет больших трудностей при применении соответствующих инструментов - приборов для исполнения раструбов. Твердые трубы перед исполнением раструбов необходимо подвергнуть смягчающему отжигу.

Таблица 4.2. Минимальная глубина раструба, формируемого на медной трубе

Наружный диаметр трубы мм	Глубина раструба мм	Наружный диаметр трубы мм	Глубина раструба мм
6	5	35	15
8	6	42	18
10	7	54	22
12	7	64	25
15	8	76,1	30
18	9	88,9	34
22	11	108	41
28	13		

Рабочим элементом прибора для исполнения раструбов (рис. 4.8) является сегментная головка, разводимая конусным стержнем. Обычно прибор оснащен набором головок с диаметрами, отвечающими наружным диаметрам труб.

Операция исполнения раструбов производится следующим образом:

- сложенную сегментную головку вводят в трубу,
- при помощи ножничного рычага передвигают конусный стержень между сегментами головки, которая разводится и формирует раструб. Раструб должен быть исполнен одним плавным движением ножничного рычага, продолжающимся несколько секунд.

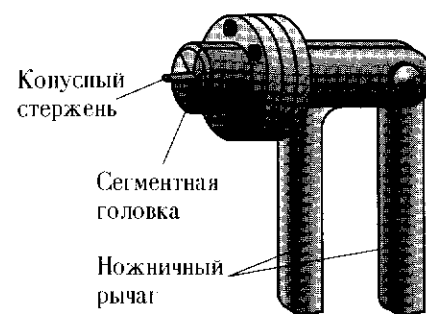


Рис. 4.8. Прибор для исполнения раструбов

Прибор, конструкция которого показана на рис. 4.8, применяется для исполнения раструбов труб диаметром до 42 мм. Для исполнения раструбов труб диаметром более 54 мм служат инструменты, действующие по тому самому принципу расширяемого стержня, но с гидравлическим или пневматическим приводом.

4.4. Выдавливание отводов

Образование отводов непосредственно на трубе, вместо применения готового тройника, разрешается только в трубопроводах установок холодного и горячего водоснабжения и отопительных установках. Отводы могут формироваться только тогда, когда диаметр отвода меньше диаметра сквозной трубы.

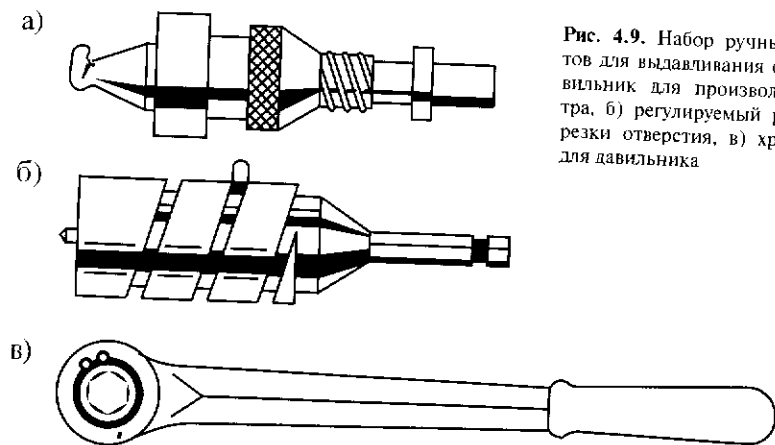


Рис. 4.9. Набор ручных инструментов для выдавливания отводов: а) давить для произвольного диаметра, б) регулируемый резец для вырезки отверстия, в) храповой ключ для давитьника

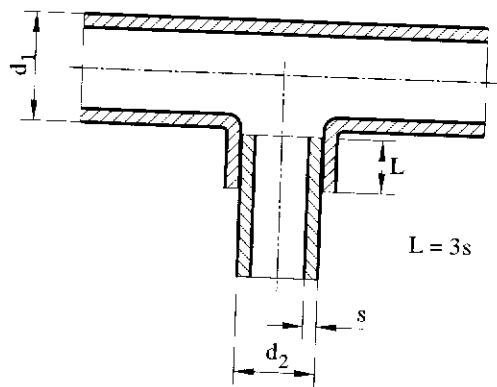
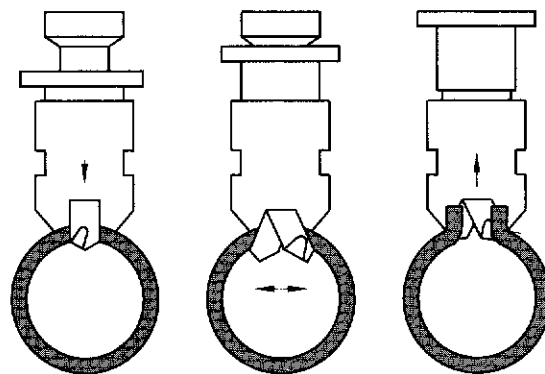


Рис. 4.10. Отвод, формируемый непосредственно на трубе

Правильное исполнение отводов возможно с использованием специальных инструментов. С каждым набором таких инструментов связан иной цикл действий, итак, необходимо работать точно по инструкции производителя инструментов.

На рисунке 4.9 показаны простейшие ручные инструменты для выдавливания отводов. Однако все наборы инструментов должны обеспечивать получение

Рис. 4.11. Принцип исполнения операции выдавливания отвода



отвода минимальной высоты L , показанной на рис. 4.10, и диаметра, обеспечивающего получение капиллярного соединения.

Соединение в отводе должно быть исполнено твердым припоем.

Общий принцип исполнения отвода:

- в трубе вырезается отверстие диаметром меньше на $2 \times 3s$ (s - толщина стенки) диаметра трубы, образующей отвод,
- в отверстие вводится рабочий стержень давитьника, а затем включается привод и извлекается боковой патрубок (рис. 4.11).

Выдавливание отводов возможно только на мягких трубах. На твердых трубах, высверлив отверстие, необходимо произвести отжиг, смягчающий зону, прилегающую к отверстию.

5. Соединение труб

5.1. Виды соединений

Медные трубы можно соединять неразъемными либо разъемными фитингами. Неразъемные соединения получаются путем пайки, сварки либо применения простых фитингов с резьбой и концом для пайки. Разъемные соединения – это фланцевые соединения и соединения зажимными фитингами.

5.2. Неразъемные соединения

5.2.1. Пайка соединений

Трубы с фитингами и трубы между собой спаиваются только с применением капиллярного раструбного соединения (см. рис. 1.2). Поверхности стыка, то есть внутренняя раструба и наружный конец трубы, непосредственно перед пайкой должны быть очищены до металлического блеска. Для этого особенно рекомендуются:

- пластмассовые нетканые полотна,
- щетки: стержневые для раструбов и кольцевые для концов труб, из стальной проволоки диаметром 0,08 +0,16 мм,
- абразивная бумага с зернистостью 240.

Существуют два вида техники капиллярной пайки: мягкая и твердая пайка, различающиеся прежде всего температурой процесса.

Мягкая пайка производится при температуре ниже 445°C, с применением припоя, температура плавления которого ниже температуры плавления соединяемого металла. Прочность такого соединения зависит только от сопротивления припоя срезу.

Подбор припоя в значительной степени зависит от назначения установки. Выбор особенно ограничивают гигиенические требования, предъявляемые водопроводной установке. В таблице 5.1 приводятся рекомендуемые виды припоев для водопроводной установки. По сложившейся рабочей практике для различных установок применяется один и тот же припой, что позволяет исключить ошибки, возможные при применении различных припоев.

Таблица 5.1. Припои и флюсы для мягкой пайки в установках питьевой воды

Обозначение припоя по DIN 1707	Состав	Интервал температуры плавления °C
L-SnCu3	97% Sn 3% Cu	200÷240
L-SnAg5	95% Sn 5% Ag	200÷250

Флюс исполняет важную роль в процессе мягкой пайки. Он защищает очищенные поверхности от окисления вследствие подогрева, обеспечивает хорошее увлажнение этих поверхностей расплавленным припоем. Ввиду того, что флюс нарушает поверхность медных элементов, его наносят непосредственно перед исполнением пайки, тонким слоем и только на конец трубы, на участке не превышающем глубины раструба. Излишек флюса после пайки необходимо тщательно удалить, вытирая зону соединения.

Итак, ход операции мягкой пайки представляется следующим образом:

- проверка и, в случае необходимости, калибровка соединяемых элементов,
- очистка соединяемых поверхностей,
- нанесение флюса на конец трубы,
- ввод конца трубы в раструб до осязаемого сопротивления,

- равномерное подогревание соединения до температуры несколько выше точки плавления припоя,
- подача к кромке раструба припоя, который, плавясь при соприкосновении с подогретой трубой, всасывается в капиллярный зазор вплоть до его заполнения (не следует нагревать подаваемого припоя),
- охлаждение соединения и удаление остатков флюса с зоны соединения.

Вышеописанные действия наглядно представлены на рис. 5.1.

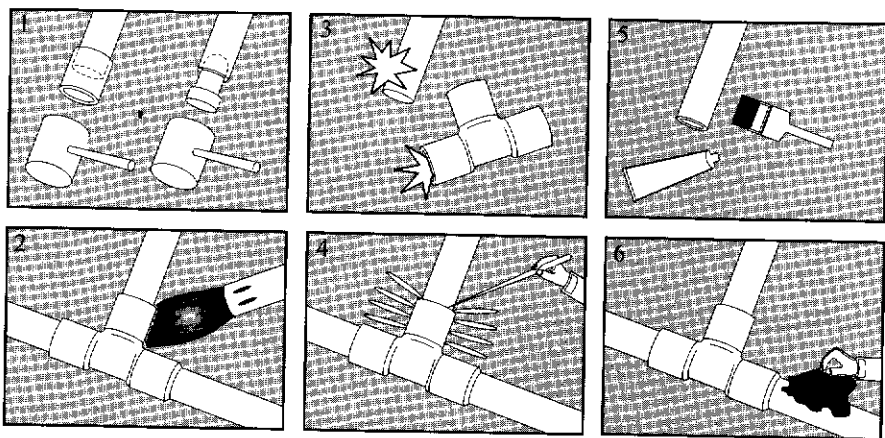


Рис. 5.1. Ход операции мягкой пайки

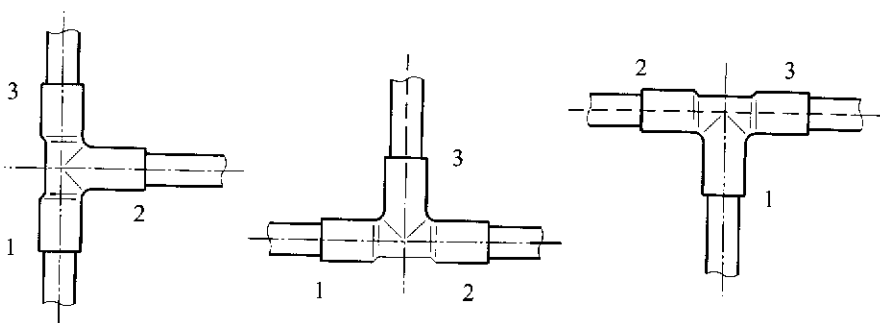


Рис. 5.2. Очередность пайки соединений тройника зависит от его положения в установке (вид спереди)

Для нагрева соединения применяются следующие устройства:

- горелки на пропан-бутан-воздух
- ацетилено-воздушные горелки
- резистивные электрические устройства.

В некоторых случаях, например, при исполнении соединений тройника, важна очередность пайки в зависимости от положения тройника в установке (рис. 5.2.) Правильная очередность предотвращает распайку уже исполненных соединений.

Твердая пайка производится при температуре выше 450°C, она требует также применения соответствующих припоев. В таблице 5.2 дана характеристика чаще всего применяющихся для меди твердых припоев.

Ход твердой пайки не отличается от вышеописанного хода мягкой пайки.

Таблица 5.2. Припои для твердой пайки

Обозначение припоя по DIN/PN	Состав	Интервал температуры плавления °C	Температура процесса пайки °C
L-Ag45Sn (близкий LS45)	45% Ag 27% Cu 3% Sn 25% Zn	640÷680	670
L-Ag44	44% Ag 30% Cu 26% Zn	680÷740	730
L-Ag34Sn	34% Ag 36% Cu 3% Sn 27% Zn	630÷730	710
L-Ag2p. (близкий LSSF)	2% Ag 6% P 92% Cu	650÷810	710
L-CuP6 (близкий LMF8)	6% P 94% Cu	710÷880	730

При соединениях медь-медь шов может быть исполнен без применения флюса. При соединениях медь-латунь или медь-бронза необходимо применять флюс F-SH1.

Для твердой пайки чаще всего применяются:

- ацетилено-кислородные горелки с концом для пайки (лучшее распределение тепла) или с концом для сварки,
- ацетилено-воздушные горелки.

Допустимое рабочее давление для установок с твердыми припоями такое же, как и для установок с мягкими припоями (см. таблица 3.1).

5.2.2. Сварка

Техника сварки может применяться для медных труб при условии, что:

- трубы относятся к сорту SF-Cu,
- толщина стенки трубы составляет не менее 1,5 мм.

Этот метод соединения применяется в строительстве трубопроводов диаметром более 108 мм. Допустим один род соединения – встык.

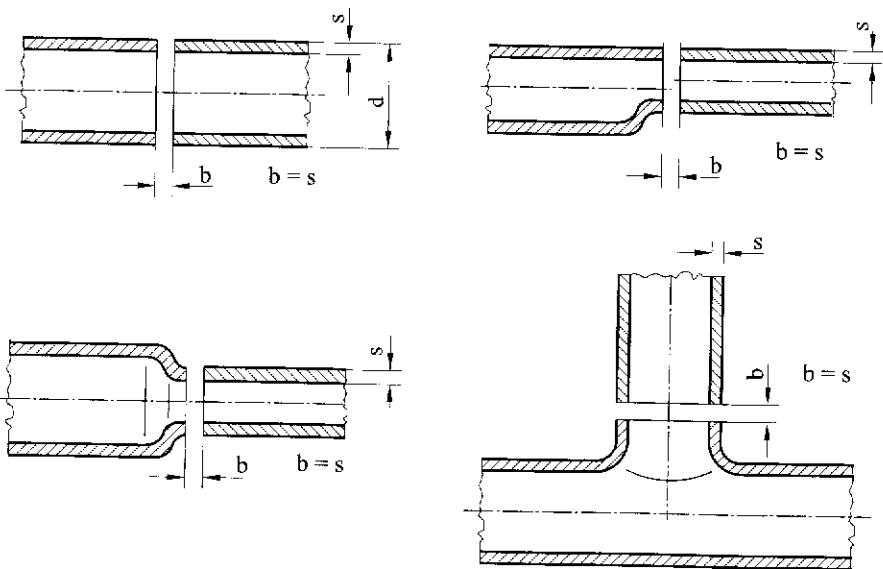


Рис. 5.3. Соединения, свариваемые в медных трубопроводах

Таблица 5.3. Сварочные проволоки для соединений медных труб

Обозначение по DIN 1733	Состав	Интервал температуры плавления °C	Сварка
SG-CuAg	99% Cu 1% Ag	1070+1080	газовая TIG
SG-CuSn	98% Cu	1020+1050	TIG MIG

Рекомендуемые формы сварных элементов показаны на рис. 5.3.

Для сварки меди применяются в основном три метода:

- газовая сварка,
- сварка методом TIG (сварка плавким электродом в аргонной или гелиевой защите),
- сварка методом MIG (сварка неплавким электродом, питаемым постоянным током, с добавляемым присадочным материалом в виде проволоки, в защите из аргона или гелия).

В условиях строительства применяется классический метод газовой сварки: ацетилено-кислородной горелкой.

В качестве сварочной проволоки следует применять материалы, приведенные в таблице 5.3.

5.3. Разъемные соединения

5.3.1. Фланцевые соединения

Исполнение разъемных соединений в трубных установках навязывается конструкцией предварительно изготовленных фитингов. На стройплощадке или на базе сборного производства возможно только изготовление фланцевых соединений.

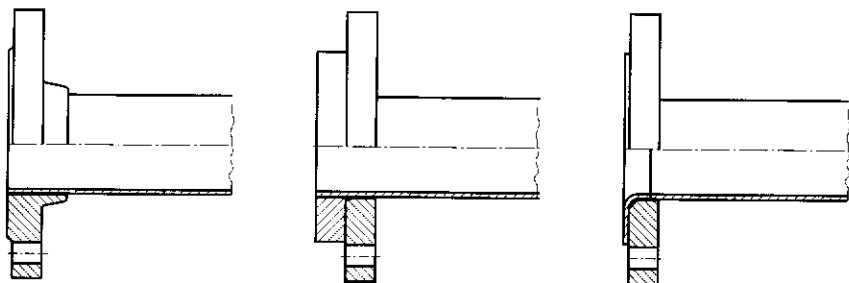


Рис. 5.4. Рекомендуемые конструкции фланцевых соединений для медных труб

Ниже перечисляются рекомендуемые конструкции фланцевых соединений, показанные на рис. 5.4:

- с паянным фланцем, исполненным из латуни или бронзы (рис. 5.4а),
- с паянной опорной втулкой из латуни или бронзы и свободным стальным фланцем (рис. 5.4б),
- предварительно изготовленным фланцевым концом из медной трубы, приваренной встык к трубе, и свободным стальным фланцем (рис. 5.4в).



Фланцевание окраины непосредственно на медной трубе для того, чтобы опереть на нее свободный фланец, недопустимо.

5.3.2. Фитинги для разъемных соединений

Для разъемных соединений рекомендуется применение соединительных муфт из латуни или бронзы. Примерная конструкция такой муфты показана на рис. 5.5.

Фитинги типа „голландец” (напр. на рис. 5.5а) являются классическим решением. Их применение практически независимо от рабочих параметров установки (давления), так как составные части фитинга соединены с трубами пайкой.

Конструкция зажимных фитингов не гарантирует неограниченной прочности на рабочее давление в установке. В решении, показанном на рис. 5.5б, соединительным элементом является кольцо, прижимаемое к наружной поверхности трубы гайкой. В другом решении специально сформированный конец трубы прижимается гайкой к кольцу, посаженному внутри трубы.

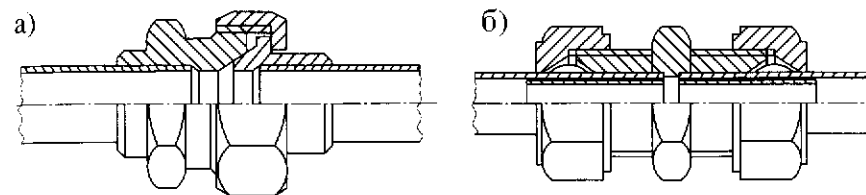


Рис. 5.5. Фитинги медных труб: а) типа „голландец”, б) зажимные

Независимо от конструкции фитинга и материала уплотнительного кольца, осевые силы, вызванные внутренним давлением, могут вызвать высовывание концов труб. Итак, применение зажимных фитингов требует спроектирования в установке соответствующего размещения креплений, переносящих осевые силы.

5.4. Рекомендации по использованию трубомуфт в установках из медных труб

Рекомендации, касающиеся применения разного рода соединений в зависимости от назначения установки, представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4. Рекомендации относительно применения разных соединений медных труб в установках

Род соединения	Род установки							
	С капиллярными фитингами, паянные		С раструбами, выполненными вручную, паянные		Отводы выдавленные, паянные		Разъемные	
	мягким способом	твердым способом	мягким способом	твердым способом	мягким способом	твердым способом	зажимное кольцо	другие
Водо-проводные	+	+	+	+	-	-	-	+
Отопительные	+	-	+	+	-	+	-	+
	(до 110°C)		(до 110°C)					
Газоснабжения	-	+	-	-	-	-	-	с аттестатом
Сжиженных и медицинских газов	-	+	-	+	-	-	-	с аттестатом
Маслопроводные и сжатого воздуха	-	+	-	+	-	-	-	до Ø 25

6. Водопроводные установки: холодного и горячего водоснабжения

6.1. Общие рекомендации

Установки из медных труб должны монтироваться в соответствии с комплектной технической документацией.

Установки следует выполнить целиком из элементов указанной в проекте трубопроводной системы.

Система должна иметь сертификат соответствия польской норме (PN) либо заявление о соответствии технической апробации и положительную санитарно-гигиеническую оценку, выданную Государственным гигиеническим управлением.

Не следует применять основных материалов (трубы, фитинги), ни вспомогательных материалов (припой, флюсы) из старых запасов, а также изделий, не допущенных к применению.

В монтаже установок из медных труб следует применять общие технические условия исполнения и приемки работ по прокладке сетей, одинаковые для всех видов материалов, с учетом частных рекомендаций, вытекающих из специфических свойств меди.

6.2. Принципы монтажа трубопроводов

6.2.1. Общие принципы прокладки медных трубопроводов

Основным принципом, обязывающим при исполнении установок из медных труб, является необходимость применения однородных материалов, то есть меди и ее сплавов.

Если невозможно избежать смешанного решения, необходимо безукоризненное соблюдение следующих правил:

- недопустим металлический стык меди с нелегированной и оцинкованной нелегированной сталью (возникновение электрохимических элементов; следствие - ускоренная коррозия стали и оцинкованной стали);
- стальные трубы могут быть применены в установке перед медными трубами, если смотреть в направлении течения воды (рис. 6.1).

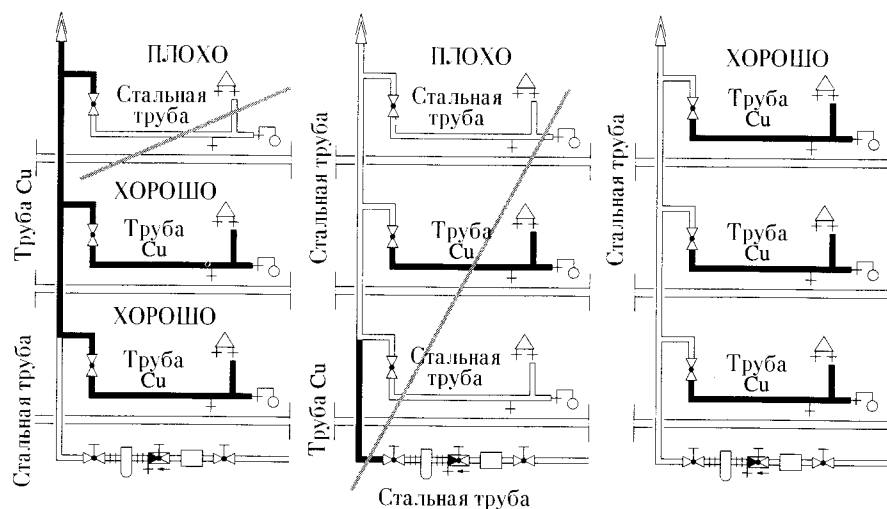


Рис. 6.1. Примеры смешанной установки из стальных и медных труб

Допустим, однако, металлический стык меди и ее сплавов с кислотоупорной сталью.

Медные трубопроводы внутренних установок водоснабжения могут прокладываться: поверху стен, под штукатуркой, в бороздах и проводочных шахтах.

При укладке трубопроводов **поверху стен** особенно важно определить трассу прокладки трубопровода, определить число, расположение и конструкцию передвижных и неподвижных захватов и компенсаторов, что будет подробно представлено в следующих пунктах.

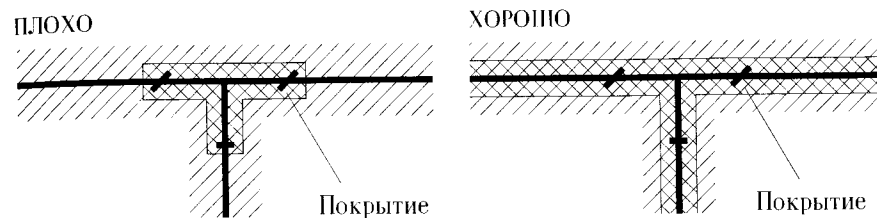


Рис. 6.2. Примеры прокладки медных трубопроводов под штукатуркой

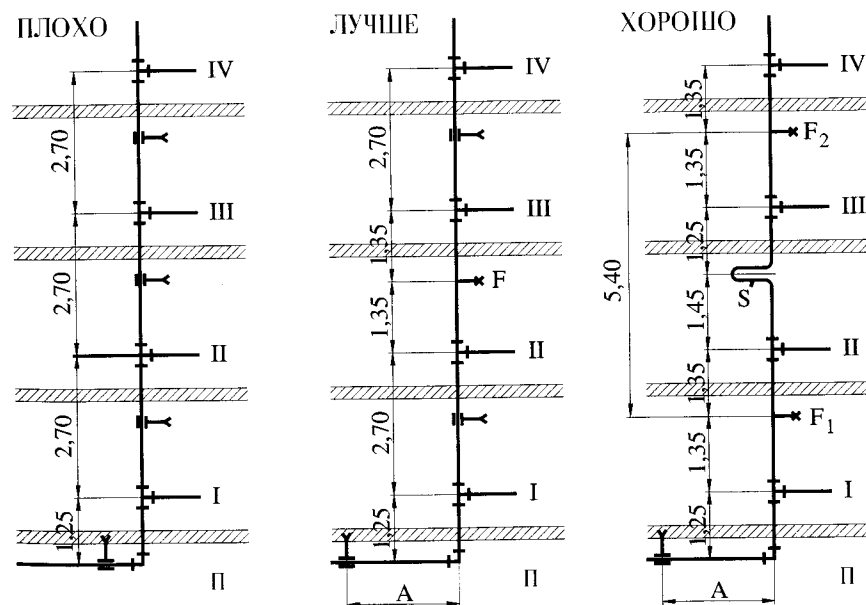


Рис. 6.3. Примеры прокладки стояка установки
F - крепление (неподвижная опора), S - компенсатор, A - расстояние крепления от стояка

Медные трубопроводы, прокладываемые **под штукатуркой**, должны быть на всей длине обернуты упругим покрытием, не препятствующим их температурным деформациям (рис. 6.2).

Трубопроводы, прокладываемые **в бороздах**, необходимо предохранить от трения об их стенки, для чего их обертывают покрытием. Величина борозды должна быть приведена в соответствие с диаметром уложенных в ней труб и толщиной примененного покрытия.

При прокладке вертикальных трубопроводов **в проводочных шахтах** необходимо обратить особенное внимание на правильное крепление труб и правильное исполнение и встройку компенсаторов (рис. 6.3).

■ Всякие проводки трубопроводов через ограждающие конструкции (стены, перекрытия) исполняются в защитных втулках.

В зоне втулок на трубопроводе нельзя исполнять никаких соединений.

6.2.2. Крепление трубопроводов

Для крепления медных трубопроводов применяются захваты различных конструкций. Захваты могут быть исполнены из меди и ее сплавов или из пластмасс, как на рис. 6.4а и б. Могут применяться также захваты из стального листа либо полосы, но тогда по всему периметру обоймы вводится защитная прокладка, например, резиновая, как показано на рис. 6.4с.

Арматура, особенно запорная и измерительная (счетчики), требует двухстороннего крепления – так, чтобы момент сил, возникающий при ее обслуживании, переносился через захваты на ограждение, а не на тонкостенный трубопровод.

Данные о шаге захватов (подвижных) для крепления медных трубопроводов приводятся в таблице 6.1.

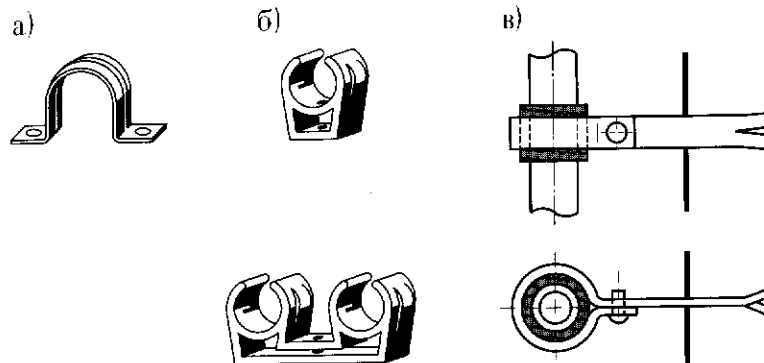


Рис. 6.4. Захваты для крепления медных трубопроводов: а) из медной ленты; б) из пластмасс, в) стальные

Шаг захватов вертикальных трубопроводов может быть увеличен:

- для труб диаметром до 22 мм на 30%,
- для труб диаметром от 28 мм на 10%.

Неподвижный захват (неподвижная опора) получают путем наплавки втулок из латуни или бронзы по обеим сторонам подвижного захвата.

Таблица 6.1. Шаг подвижных захватов для медных труб

Диаметр трубы мм	Расстояние между захватами м	Диаметр трубы мм	Расстояние между захватами м
12	1,25	54	3,50
15	1,25	64	4,00
18	1,50	76,1	4,25
22	2,00	88,9	4,75
28	2,25	108	5,00
35	2,75	133	5,00
42	3,00	159	5,00

6.2.3. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов

Коэффициент теплового расширения меди примерно в 1,5 раза больше, чем у стали, и составляет $0,016 \text{ мм/м}^\circ\text{C}$.

На практике это означает, что – например – вследствие нагрева трубопровода от температуры монтажа, принятой как 10°C , до рабочей температуры 55°C прирост длины участка в 1 м составит 0,75 мм.

Компенсация линейных удлинений медных трубопроводов достигается двумя способами:

- путем соответствующей прокладки трубопроводов – это естественная компенсация,
- путем применения компенсирующих элементов, называемых компенсаторами.

Естественная компенсация достигается путем изменения направления прокладки проводов и соответствующего размещения неподвижных опор. В этом случае важно соблюдать два основных правила:

- 1) каждый участок труб должен иметь возможность расширяться без ограничений,
- 2) нельзя допустить, чтобы деформации действовали на слишком короткий участок трубопровода.

Примеры соблюдения вышеуказанных правил показаны на рисунках 6.5 и 6.6.

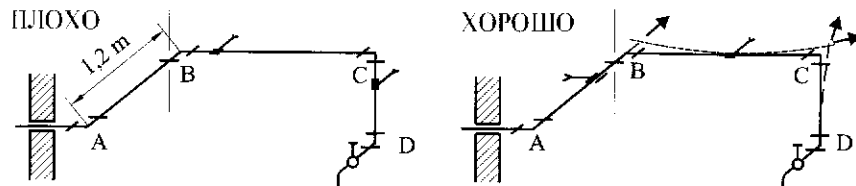
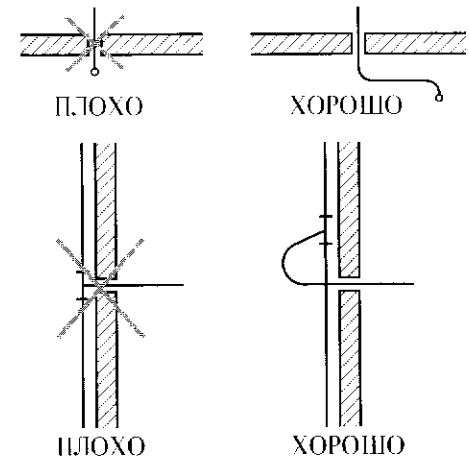


Рис. 6.5. Примеры прокладки трубопровода с соблюдением правил естественной компенсации

Рис. 6.6. Правило прокладки трубопроводов с ответвлениями



U-образные компенсаторы в медных установках изготавливаются в виде гнутых труб либо в виде соединений из дуг и коленев.

Гнутые компенсаторы применяются для трубопроводов диаметром до 28 мм. Обычно они подготавливаются производителями фитингов.

В условиях стройки проще исполнить компенсаторы, паянные из дуги 180° и двух коленев 90° , либо из одних коленев 90° (рис. 6.7).

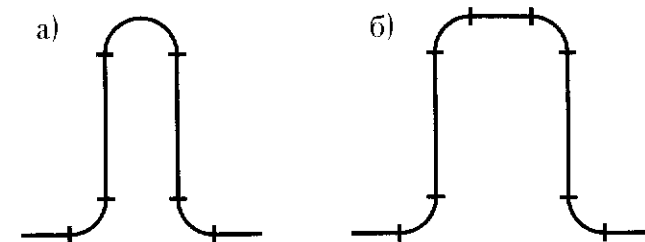


Рис. 6.7. Схема U-образного компенсатора: а) из дуги 180° и 2 коленев 90° , б) из 4 коленев 90°

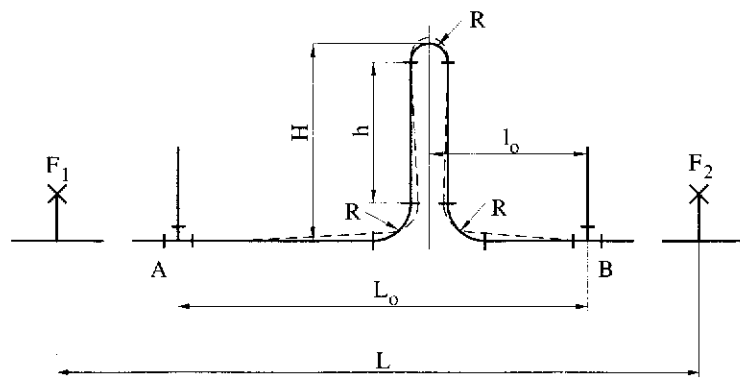


Рис. 6.8. Правило встройки U-образного компенсатора в трубопровод
 F_1, F_2 - неподвижные крепления, A, B - ответвления, l_0, L_0, L, H, h, R - существенные размеры

Основные правила при встройке компенсатора:

- 1) компенсатор должен быть помещен между неподвижными опорами или двумя ответвлениями,
- 2) в оси компенсатор должен крепиться неподвижной опорой.

Правило встройки U-образного компенсатора в трубопровод проиллюстрировано на рис. 6.8. Размеры, приведенные на рисунке: l_0, L_0, L, H, h, R - существенны с точки зрения проектировщика. При монтаже необходимо строго соблюдать их величины.

6.3. Рекомендации относительно материалов для других элементов медных установок

В принципе все элементы медной установки водоснабжения должны быть выполнены из меди или ее сплавов. Допустимо применение кислотоупорной стали.

В таблице 6.2. приведены возможные применения материалов по отдельным элементам установок водоснабжения (кроме труб, фитингов и припоев).

Таблица 6.2. Рекомендации применения материалов по отдельным элементам установок водоснабжения

Элементы установки	Материал	Примечания
Теплообменники	Кислотоупорная сталь	Касается теплообменников типа JAD и пластинчатых теплообменников. Согласование материала с поставщиком теплоэнергии. В случае применения компактного узла все элементы этого узла должны исполнять изложенные в тексте требования, касающиеся материала.
Пропускная, запорная, возвратная арматура	Сплавы меди Кислотоупорная сталь	
Циркуляционные насосы	Сплавы меди Кислотоупорная сталь Пластмассы	
Термометрические гнезда	Сплавы меди	
Теплосборники	Медь, сплавы меди Кислотоупорная сталь (допускается углеродистая сталь, плакированная кислотоупорной сталью)	
Коллекторы, распределительные трубы	Медь, сплавы меди Кислотоупорная сталь	Требования как в отношении теплообменников
Водяные фильтры	Сплавы меди Кислотоупорная сталь Пластмассы	Применяются фильтры с диаметром очка максимально 80 мм
Нагревательные приборы	Медь или ее сплавы В определенных условиях сталь и чугун	Только для замкнутых систем

6.4. Прием установки и сдача ее в эксплуатацию

Испытание плотности установки из медных труб производится так же, как и при приемке установки из традиционных материалов, то есть согласно стандарту PN-81/B-10700.

Испытанию плотности должно предшествовать наполнение установки водой через установленный сетчатый фильтр, задерживающий твердые частицы (например, песок), что предотвращает разрушение тонкого окисного защитного слоя.

После испытания давлением установку следует прополоскать для удаления монтажных загрязнений, а особенно остатков флюса в местах паянных соединений. Установка следует промыть водой, пропускаемой через сетчатый фильтр. Промывать следует при полном располагаемом давлении после полного открытия всех разборных кранов и удаления заглушек.

После промывки установка должна быть вновь наполнена водой так, чтобы нигде не осталось воздушных подушек.

В случае длинного перерыва между приемом и началом эксплуатации необходимо заменять воду не реже, чем раз в месяц. Если это невозможно, следует удалить воду из установки и наполнить ее инертным газом. После вторичного наполнения водой установку следует промывать не менее 5 минут.

В случае, если предусматривается длинный перерыв между завершением монтажа и началом эксплуатации, рекомендуется произвести испытание плотности без применения воды, инертным газом, например, воздухом или азотом. Тогда установка остается наполненной газом до времени окончательной приемки, перед которой ее следует наполнить водой и полоскать, как указывалось выше.

7. Установки центрального отопления из медных труб

7.1. Проблемы коррозии

Медные трубы нашли широкое применение в установках центрального отопления; это произошло благодаря:

- их высокой коррозионной стойкости и неограниченной стойкости против старения, что обеспечивает долговечность установки, о чем уже упоминалось в п. 1.1.,
- более тонким стенкам труб, что значительно уменьшает их наружные диаметры по сравнению со стальными и пластмассовыми трубами,
- меньшим внутренним диаметром, возможным вследствие незаращения труб продуктами коррозии,
- сокращению издержек эксплуатации, так как эти трубы не требуют применения ингибиторов коррозии и специальной водоподготовки.

В хорошо спроектированной и правильно изготовленной установке центрального отопления из медных труб опасность коррозии практически отсутствует.

В малых устройствах центрального отопления (в одноквартирных домиках и малых многоквартирных домах) кислород, необходимый для возникновения коррозии, уже в начальный период эксплуатации частично термически вытесняется вследствие деаэрации воды, а частично расходуется в химической реакции с медью, вследствие чего на внутренней поверхности трубопроводов образуется тонкий окисный защитный слой. Восполняющая вода доставляет столь незначительные количества кислорода, что он не может вызывать коррозии.

В больших установках (высокие здания, дистанционно управляемые установки), где расход воды более значителен, кислород может вызывать коррозию. Поэтому важно обеспечить, чтобы вода, используемая для наполнения трубо-

проводов и восполнения убытков, была соответствующим образом подготовлена. Эта вода должна исполнять требования стандарта PN-93/C-04607 *Вода в установках центрального отопления*. Одним из основных показателей качества воды горячего водоснабжения является содержание кислорода, которое не может превышать 0,1 мг/дм³.

Недопустимо наполнение установки и восполнение убытков сетевой водой.

Полезно изготовлять установку в замкнутой системе, так как тогда отсутствует опасность притока кислорода.

В открытых системах должны применяться стоячие (вертикальные) расширительные сосуды, чтобы площадь соприкосновения воды с воздухом была по возможности минимальной.

7.2. Трубы для установок центрального отопления

В установках центрального отопления применяются медные трубы с размерами, приведенными в таблице 7.1.

Могут применяться „голые” трубы, но чаще применяются трубы в пластмассовых защитных рубашках или в изоляционных покрытиях в пластмассовой оболочке (снимок 4).

7.3. Системы трубопроводов водяного отопления

Из медных труб могут исполняться все известные системы трубопроводов, как низконапорные – гравитационные, так и высоконапорные – с циркуляционным насосом.

Таблица 7.1. Размеры труб для отопительной установки

Номинальный наружный диаметр мм	Толщина стенки (мм)		
	Трубы в прямых отрезках в оболочке (изоляция) и без нее	Трубы в бухтах	
		без оболочки	в оболочке (изоляция)
10 12 15 18	0,8; 1,0	1,0	0,8; 1,0
22	0,9; 1,0	1,0	0,9; 1,0
28	1,0; 1,5	-	-
35 42	1,5	-	-
54	1,5; 2,0	-	-
64 76,1 88,9	2,0	-	-
108	2,5	-	-
133 159 219 267	3,0	-	-

На практике **гравитационные системы** не изготовляются, главным образом из-за необходимости применения в них трубопроводов гораздо больших диаметров, чем в насосных системах. Вследствие этого и емкости систем соответственно увеличиваются; что делает необходимым применение очень больших расширительных сосудов с гидравлическим затвором. Стоимость увеличенных трубопроводов и устройств выше стоимости перекачки, особенно если монтируются бессальниковые насосы очень низкой мощности, расходующие мало электроэнергии.

В **насосных системах** трубопроводы могут прокладываться почти произвольно, то есть в вертикальных двухтрубных или однострунных системах, с нижней или верхней разводкой.

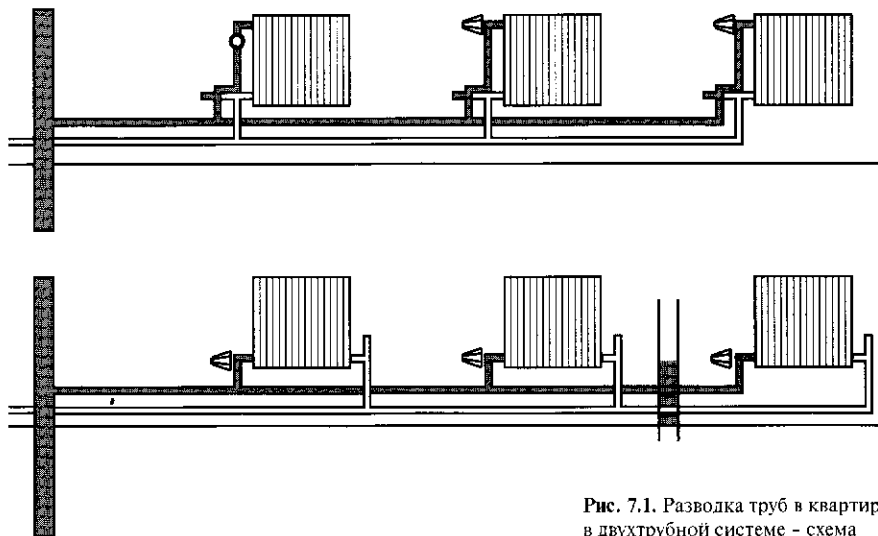


Рис. 7.1. Разводка труб в квартире в двухтрубной системе - схема

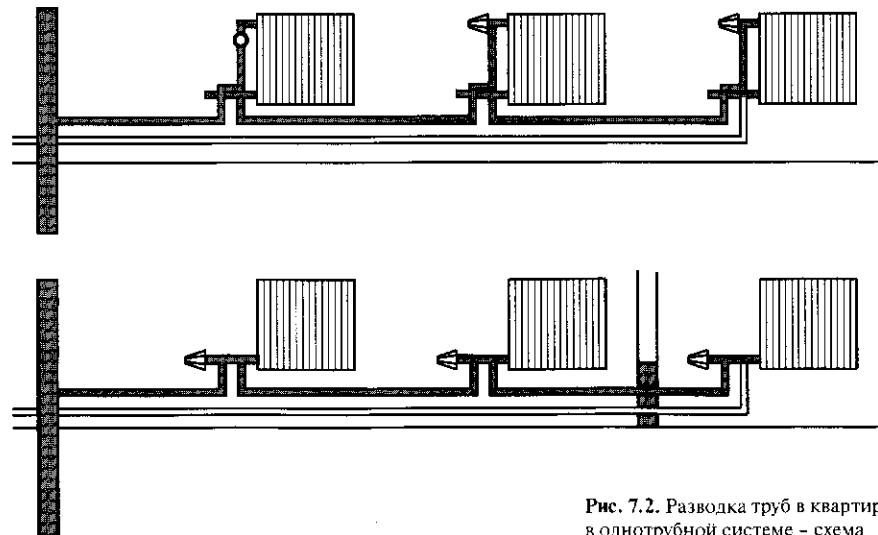


Рис. 7.2. Разводка труб в квартире в однотрубной системе - схема

В настоящее время, в связи с тем, что все чаще измеряется расход энергии, потребляемой отдельными получателями, вертикальные трубопроводы прокладываются на лестничной клетке либо вблизи нее, а затем трубопроводы через распределители со счетчиками разводятся в горизонтальной системе к отдельным приемникам. Это стало возможным благодаря применению медных труб. Такой возможности не давали жесткие стальные трубы больших внешних диаметров.

В горизонтальной системе одного яруса, а все чаще и одной квартиры, возможны две системы разводки:

- двухтрубная система, представленная на рис. 7.1,
- однотрубная система, представленная на рис. 7.2.

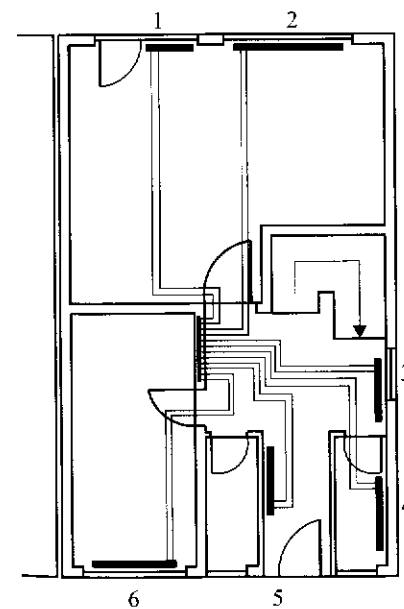


Рис. 7.3. Разводка труб в квартире в двухтрубной системе в полу

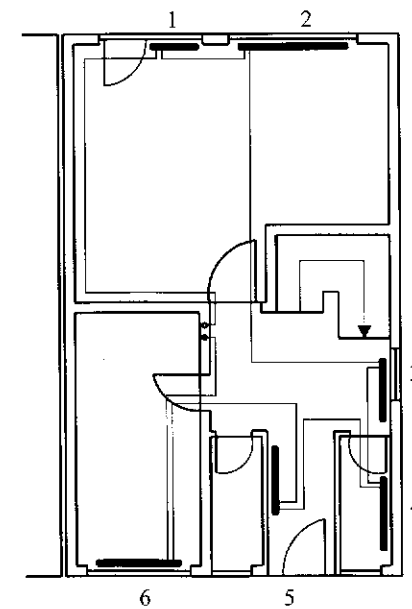


Рис. 7.4. Разводка труб в квартире в однотрубной системе в полу, а частично в плинтусе

В двухтрубной системе отдельные радиаторы питаются чаще всего трубами размером $10 \times 0,8$ мм или $12 \times 0,8$ мм* в пластмассовых рубашках. Они прокладываются кратчайшим путем от распределительной трубы к отопительному прибору и заделываются в бетон в накрывке пола, как это показано на рис. 7.3.

Возможно также питание отдельных радиаторов голыми медными трубопроводами, чаще всего размером 15×1 мм, прокладываемыми в плинтусе или непосредственно в накрывке пола, в ограждении из ребристых пластмассовых труб.

В однотрубной системе отопительные приборы в квартире чаще всего питаются трубами размером $15 \times 0,8$ мм в пластмассовой рубашке, прокладываемыми вокруг квартиры в стенных бороздах или – чаще – в плинтусе, как на рис. 7.4.

Свойства медных труб, а особенно их высокая податливость к формированию (гибке), делают возможным их широкое применение в панельном отоплении. В жилищном строительстве, ввиду наиболее благоприятного для человека распределения температуры в помещениях, особенно достойно рекомендации **отопление в полу**.

Теплоносителем в половом отоплении является вода температурой $30 + 50^\circ\text{C}$, а следовательно источником тепла, кроме низкотемпературных котлов, могут здесь быть тепловые насосы, солнечные коллекторы, геотермальные воды или так наз. отходное тепло, например, от охлаждения компрессоров и других технологических устройств.

В половом отоплении применяются две главные системы прокладки труб:

- змеевиковая система, представленная на рис. 7.5,
- система двойного червяка, представленная на рис. 7.6.

В змеевиковой системе возникает значительная разность температуры отопительной воды в начале и конце змеевика, что определяет дифференциацию

* В этой записи первое число означает внешний диаметр трубы, а второе – толщину стенки трубы.

теплоотдачи пола. Во многих случаях это явление используется для увеличения теплоотдачи в определенных местах, например, у наружных стен с окнами.

Система двойного червяка гарантирует равномерную теплоотдачу на всей поверхности, так как рядом с трубой, подающей воду самой высокой температуры, проложена труба с обратной водой – самой низкой температуры. Кроме того, систему двойного червяка легче исполнить, так как здесь применяются почти исключительно дуги 90° , тогда как в змеевиковой системе используются дуги 180° , изготовление которых труднее.

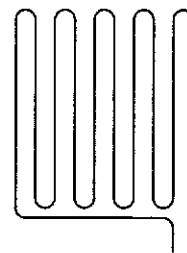


Рис. 7.5. Змеевиковая трубная система

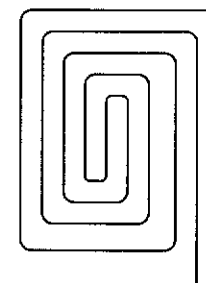


Рис. 7.6. Трубная система двойного червяка

В разных частях больших помещений могут в применяться разные системы, например, змеевики, соединяемые последовательно, либо система двойного червяка с переменными расстояниями труб. Поэтому очень важно обеспечить, чтобы трубопроводы в панельном отоплении прокладывались строго по проекту установки.

Следует стремиться изготовить весь отопительный змеевик из одного участка трубы. Если это невозможно, то участки змеевиков следует соединять методом капиллярной пайки твердым припоем, после предварительного исполнения раструба на конце одной из труб.

В ходе монтажа установки из медных труб, независимо от способа их прокладки, необходимо помнить о компенсации тепловых удлинений и правильном креплении труб в неподвижных и подвижных захватах.

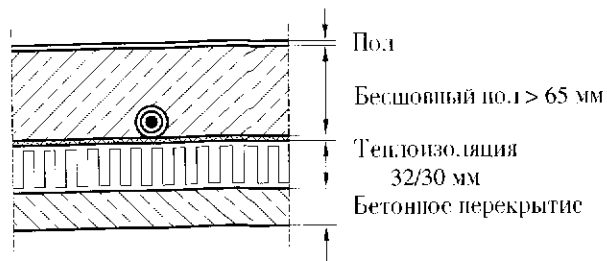


Рис. 7.7. Половое отопление, изготовленное мокрым методом

В установках центрального отопления применяются те же самые принципы компенсации, что и в водопроводных установках (п. 6.2.3).

Существует много способов прокладки труб в разных видах отопления в полу, все они могут быть разделены на две группы: мокрого и сухого метода.

При мокром методе отопительные трубы заделываются в бетон в слой бесшовного пола, как это показано на рис. 7.7. При сухом методе отопительные трубы прокладываются в зоне изоляционного материала под бесшовным полом (рис. 7.8).

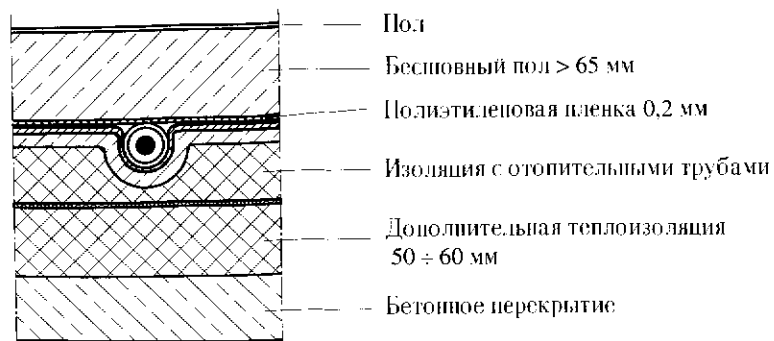


Рис. 7.8. Половое отопление, исполненное сухим методом

Для исполнения установки отопления сухим методом многие производители изготавливают готовые сборные элементы, например, в виде изоляционной панели с нанесенной шкалой либо канавками, облегчающими правильную прокладку змеевиков, или готовые змеевики.

После прокладки отопительных трубопроводов, но ещё до заливки их слоем бесшовного пола, необходимо произвести испытание плотности трубопроводов.

7.4. Элементы, взаимодействующие с медными трубами

7.4.1. Источники тепла

В каждой установке центрального отопления кроме медных труб имеются:

- источники тепла,
- защитные устройства,
- отопительные приборы,
- арматура.

Несмотря на то, что, как уже говорилось выше, установкам центрального отопления не угрожает коррозия, следует по возможности стремиться применять во всех установках однородные материалы.

Источником тепла может быть котел, либо – в установках с дистанционным управлением – теплообменник.

Единичные котлы делаются чаще всего из чугуна или углеродистой стали. С точки зрения коррозионной опасности котлы из углеродистой стали не должны применяться, лучше применять чугунные котлы. Но лучше всего применять котлы из легированных сталей или прямоточные котлы со змеевиком из медных труб. Эти котлы могут отопляться углем, коксом, гарным маслом или газойлем, и наконец газом.

В установках с дистанционным управлением источником тепла являются теплообменники. Теплообменники из меди по соображениям антикоррозион-

ной защиты теплосети не должны применяться. Следует применять теплообменники типа JAD из кислотоупорной стали, выпускаемые многими польскими заводами в широком типоразмерном ряду. Можно также применять панельные теплообменники, исполненные из хромоникелевой стали.

7.4.2. Защитные устройства

Защитными устройствами в установках центрального отопления являются:

- предохранительные клапаны
- мембранные расширительные сосуды.

Предохранительные клапаны, применяемые в установках с медными трубопроводами, должны быть полноподъемными, мембранными, исполненными из латуни или бронзы.

Мембранные расширительные сосуды делаются из углеродистой стали. Они защищают установку только от роста давления, вызванного увеличением объема теплоносителя. Рекомендуется устанавливать их в обратной части установки. Когда воздухоотвод происходит правильно, со сталью соприкасается вода стоячая и самой низкой температуры, благодаря чему нет тенденции к выделению кислорода. Таким образом не возникает опасность коррозии.

7.4.3. Отопительные приборы

С точки зрения взаимодействия больше всего преимуществ у медных отопительных приборов. Доступны конвекционные радиаторы, в которых водяные трубы исполнены из меди, а площадь теплообмена увеличена за счет системы ребер из листового алюминия.

Иным видом медных отопительных приборов являются змеевики панельных видов отопления, особенно пологого (они были представлены в п. 7.3).

С точки зрения долговечности нет никаких ограничений в применении традиционных чугунных радиаторов. Их недостатками являются большой вес, низкие эстетические качества и большая водяная емкость.

Безусловно могут применяться стальные радиаторы, но указанный ранее стандарт PN-93/B-04607 не рекомендует применять в медных установках алюминиевые радиаторы.

7.4.4. Арматура

Арматура, применяемая в установках из меди, должна быть исполнена из меди или бронзы. Рекомендуется шаровая арматура.

Следует подбирать арматуру (это касается в особенности кранов отопительных приборов), обеспечивающую наибольшую плотность, например, с тефлоновыми сальниками.

Подбирая арматуру для котельных и узлов управления, которая обменивается чаще, следует выбрать демонтируемую арматуру (то есть с концами для разъёмных соединений). В самих же сетях, где обмен происходит в среднем через каждые несколько лет, следует применить арматуру с концами для паяния.

7.5. Прием и регулирование работы установок центрального отопления

После смонтирования установки (или части установки, если возможно ее выделить) необходимо провести испытание давлением при помощи холодной воды. Испытание следует произвести согласно *Техническим условиям исполнения и приемки строительно-монтажных работ, том II*, с увеличением рабочего давления на 0,2 МПа, причем оно не может быть меньше 0,4 МПа, и с соблюдением всех условий, указанных в вышеназванном документе. Те же самые условия должны соблюдаться в отношении отдельных змеевиков отопления в полу.

Лишь по проведении с положительным результатом исследования плотности можно приступить к закрытию борозд и каналов или к укладке бесшовного пола.

Половое отопление должно успешно пройти испытание плотности под давлением 1 МПа, поддерживаемым 24 часа. Ввиду необходимости обеспечить впоследствии безаварийную работу установки, рекомендуется, чтобы во время укладки монолитного основания пола поддерживалось давление в отопительных трубах. С момента прокладки трубопроводов до затвердевания пола в помещении не следует - во избежание повреждения змеевиков - производить никаких работ.

По истечении 28 дней с момента укладки монолитного основания можно приступить к пуску установки. Температура воды в установке полового отопления должна увеличиваться со скоростью не более 1°C/ч. Од момента пуска следует наблюдать все элементы установки.

В радиаторном отоплении температура подводимой воды может возрастать со скоростью 5°C/ч. После 3 суток работы системы отопления в установленных условиях, можно приступить к регулированию установки. Сначала необходимо исполнить все регулировки и наладки, предусмотренные проектом. Затем следует измерить температуру в отдельных помещениях, сохраняя величины температуры подводимой и обратной воды, предусмотренные для данной наружной температуры. Измерения не должны производиться при наружной температуре, превышающей +5°C.

Регулировку можно считать произведенной правильно, если отклонения от проектной температуры в отдельных помещениях укладываются в пределах -1/+2°C. Если отклонения больше, необходимо поправить регулировку или исправить строительные либо проектные дефекты.

При приеме установки отопления в полу необходимо также прилегающим термометром измерить температуру поверхности пола в трех наиболее характерных местах помещений. Эта температура, при соблюдении всех правил эксплуатации, не может превышать проектную величину более, чем на 2%.

О ходе испытаний следует составить протокол, который является документом, позволяющим произвести приемку установки.

8. Установки газоснабжения из меди

8.1. Газопроводы

8.1.1. Общие рекомендации

Установка газоснабжения выполняется согласно техническому проекту. Проект дает основание обратиться за разрешением на строительство установки газоснабжения в соответствующую организацию строительного надзора в данном регионе.



Медная установка газоснабжения может монтироваться только предприятиями и лицами, имеющими соответствующие права.

Все материалы и изделия, необходимые для монтажа установок газоснабжения из меди, должны иметь сертификат соответствия стандартам или заявление о соответствии технической аттестации, выданное Институтом нефте- и газодобывающей промышленности в Кракове.

Медные трубопроводы могут применяться для транспортировки бытового, природного и сжиженного газа.

Для исполнения установок газоснабжения следует применять трубы из меди сорта SF-Cu в твердом состоянии. Толщина стенок не может быть меньше 1 мм.

Согласно требованиям противопожарной защиты медные трубы следует соединять исключительно капиллярной пайкой, твердым припоем. Следует употреблять готовые фитинги. Без использования фитинга можно произвести только раструбное капиллярное соединение труб одинаковых диаметров (твердой пайкой).

Для уплотнения нарезных соединений следует применять тефлоновую ленту либо уплотняющие пасты. Не рекомендуется применять конопляную набивку, так как при свертывании фитингов из бронзы она легко соскальзывает с гладкой поверхности резьбы.

8.1.2. Прокладка газопроводов

При прокладке газопроводов из медных труб следует соблюдать те же самые правила, что и для установок из стальных труб.

Вертикальные газопроводы должны устанавливаться в передних, коридорах и лестничных клетках.

Трубопроводы установки газоснабжения из меди в подвалах и полуподвалах следует прокладывать поверху стен, тогда как на других ярусах допустима их прокладка в бороздах, прикрытых неуплотненными заслонами. Заполнение борозд, в которых прокладываются газопроводы из медных труб, запрещено.

Медные газопроводы следует прокладывать таким образом, чтобы были возможны компенсация тепловых удлинений и неразрушающие деформации установки в результате оседания или деформации здания. Следует также строго соблюдать требования, касающиеся размещения крепежных захватов. Медные трубы установки газоснабжения не должны подвешиваться к другим трубам, сами они тоже не могут быть опорой для других трубопроводов.

Для крепления медных труб в установках газоснабжения следует применять захваты, исполненные из негорючих материалов; таким образом, не могут применяться пластмассовые захваты.

8.1.3. Прием установки газоснабжения

Каждая установка газоснабжения после ее исполнения, а до сдачи в пользование, должна быть проверена исполнителем работ в присутствии поставщика газа. После проверки соответствия исполнения установки техническому проекту следует произвести испытание плотности. Перед испытанием

плотности установку необходимо продуть сжатым воздухом, свободным от загрязнений и масла, либо инертным газом, с целью удаления возможных загрязнений и проверки проходимости трубопроводов.

Испытание плотности установки газоснабжения производится под давлением 50 кПа, без подключения газовых устройств, с плотно закрытыми концами труб. Включенный в установку манометр не должен в течение 30 мин. показать никакого падения давления. В случае прокладки трубопроводов установки газоснабжения через жилые помещения испытание следует произвести при давлении 100 кПа.

После смонтирования установок газоснабжения, но до подключения газометра, следует произвести добавочное испытание плотности - воздухом под давлением, дважды превышающим рабочее давление, но не превышающим давления, допустимого для отдельных газовых устройств.

Испытание плотности должно производиться в присутствии поставщика газа.

Правильность работы газовых устройств должна проверяться работниками, имеющими соответствующие права, и только они могут регулировать устройства.

9. Установки газоснабжения для медучереждений

Современные лечебные заведения должны быть оборудованы центральными кислородными установками, установками стерильного воздуха и вакуума, служащими медицинским целям. Каждая из этих установок является комплексом трубопроводов, оснащенный оборудованием и арматурой, для транспортировки:

- в отдельные точки потребления – кислорода из регуляторной станции, куда он доставляется в баллонах, или из дегазаторов, куда он доставляется в жидком состоянии,
- в соответствующие медицинские устройства – стерильного сжатого воздуха или вакуума из вырабатывающих его агрегатов.

Установки медицинских газов исполняются на основании согласованной технической документации. В отношении этих установок, ввиду их назначения, обязывают особые требования, касающиеся чистоты, безотказности действия и удобства обслуживания.

Материалом, рекомендуемым для строительства центральных установок медицинских газов, являются медные трубы и фитинги. Следует применять трубы из меди сорта SF-Cu в твердом состоянии, с толщиной стенок не менее 1 мм. Трубы и фитинги должны быть фабрично обезжирены. Если эти элементы не были должным образом приготовлены или подверглись загрязнению во время транспорта либо складирования, их следует обезжирить, промывая трихлористым этилом, четыреххлористым углеродом или этиловым спиртом.

Все соединения труб и фитингов следует производить капиллярной пайкой с использованием твердого припоя. Пайка должна производиться в защите инертного газа, например, аргона.

Разъемные соединения должны применяться исключительно для подключения арматуры или устройств. Для уплотнения нарезных соединений нельзя

употреблять льняных или конопляных волокон, нельзя также покрывать соединяемые поверхности суриком или другими жиросодержащими препаратами.

Для уплотнения разъемных соединений можно использовать ленты или прокладки из тефлона, капролактама, фибры, отожженной меди или кислородоупорной резины.

При прокладке трубопроводов кислородных установок следует исполнить добавочные требования:

- все устройства, такие как: запорные, обратные краны, клапаны безопасности, манометры, должны иметь аттестат, допускающий их применение в кислородных установках,
- внутренние трубопроводы должны прокладываться на расстоянии 0,25 м от трубопроводов горючих газов и горячих теплоносителей и 0,1 м от электропроводов,
- кислородные трубопроводы крепятся на отдельных опорах,
- точки потребления кислорода должны устанавливаться на расстоянии не менее 0,25 м от контактных гнезд, выключателей и других элементов электросети.

Установки, исполненные из обезжиренных элементов, не должны промываться. Их следует лишь продувать азотом или обезжиренным сжатым воздухом. Затем следует произвести испытание плотности кислородной установки, т. е.:

- испытание плотности высоконапорной части установки (работающей под давлением до 15,0 МПа, например, регуляторной станции) сжатым азотом из баллона с давлением 15,0 МПа; в ходе испытания в течение 1 ч. падение давления не может быть больше 1%;
- испытание плотности части установки, работающей под уменьшенным давлением – 0,3÷0,7 МПа – азотом либо кислородом под давлением, равным 1,5-кратной величине максимального рабочего давления, однако не меньшим, чем 1,0 МПа; время испытания 3 ч.; результат испытания считается положительным, если падение давления в пересчете на 1 ч. не превысит 1%.

10. Наружные трубопроводы из медных труб

Медные трубы могут применяться для строительства наружных водопроводных, отопительных, газопроводных и маслоспроводных сетей, прокладываемых в грунте.

При строительстве наружных трубопроводов из медных труб применяются *Технические условия исполнения и приемки работ по прокладке сетей, содержащие общие положения для всех родов материалов, с учетом специальных рекомендаций, определяемых свойствами меди.*

Наружные трубопроводы изготавливаются из медных труб сорта SF-Cu в твердом состоянии, с толщиной стенок не менее 1 мм. Соединения должны выполняться пайкой твердым припоем. Допустимо исполнение сварных соединений, но только на трубах диаметром более 108 мм и толщиной более 1,5 мм.

Наружные **водопроводные сети** могут прокладываться непосредственно в траншее ниже зоны промерзания, то-есть на глубине не менее 0,8 м. На дне траншеи следует дать подстилающий слой из песка толщиной 15+25 см, который должен быть старательно утрамбован и спрофилирован. После прокладки трубопровода следует выполнить засыпку из песка слоем толщиной 30 см. Этот слой должен быть старательно уплотнен (утрамбован) по обеим сторонам трубопровода. Так защищенный трубопровод засыпается далее естественным грунтом. Трубопроводы, прокладываемые в грунтах повышенной агрессивности, должны получать антикоррозионную защиту, например, путем заворачивания в изоляционную ленту или использования труб в пластмассовых рубашках.

Наружные **вводы теплоснабжения** (с температурой теплоносителя до 110°C) и наружные трубопроводы горячего водоснабжения от групповых узлов и местных котельных к зданиям, равно как и трубопроводы холодного водоснабжения, прокладываемые на малой глубине (в зоне промерзания

грунта), следует исполнять как бесканальные из сборных труб и предварительно изолированных фитингов, как это показано на рис. 10.1.

Предварительно изолированные трубы - это медные трубопроводные трубы, помещенные центрически в обсадной трубе из особо плотного полиэтилена. Пространство между обсадной трубой и трубопроводной трубой заполнено жестким пенополиуретаном

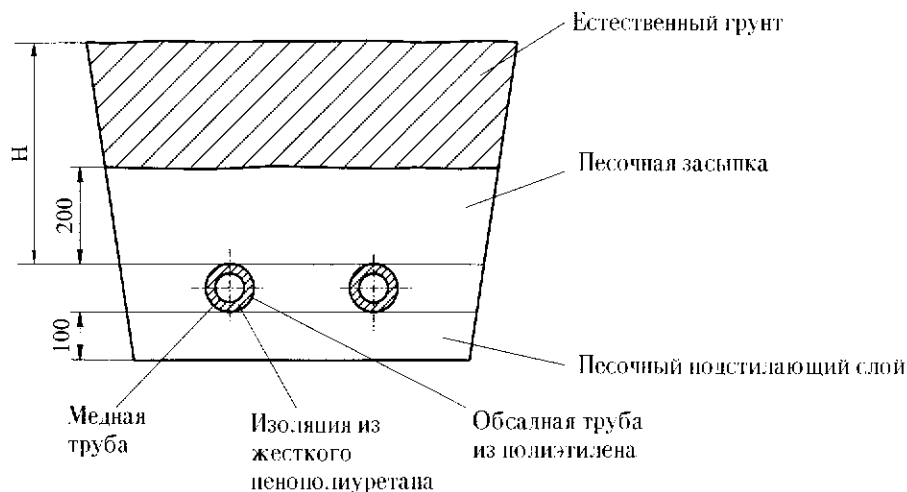


Рис. 10.1. Бесканальный трубопровод, исполненный из предварительно изолированных труб

Все составные элементы, нужные для строительства сети (трубы, фитинги, арматура и т.д.) исполняются на промышленном предприятии.

В наружных **газопроводах** из медных труб могут исполняться средне- и низко-напорные вводы.

Наружные газопроводы из медных труб должны быть защищены от механических повреждений.

Для защиты от механических повреждений медные трубы в антикоррозионной защите следует укладывать в траншею шириной 0,2 м+нД (нД - наружный диаметр газопровода) и глубиной не менее 0,6 м (от верхней плоскости газопровода до поверхности земли). Зону вокруг трубы следует заполнить песочным подстилающим слоем толщиной не менее 10 см и песочной засыпкой толщиной не менее 20 см, которая должна быть старательно утрамбована по обеим сторонам газопровода. Затем траншею следует засыпать естественным грунтом, уплотняя его слой за слоем.

Наружные трубопроводы установок газоснабжения должны иметь антикоррозионную защиту в виде пластмассовой ленты или рубашки. Газопроводы, прокладываемые в торфяных грунтах, следует добавочно предохранить от возникновения гальванических элементов.

При прокладке параллельных наружных газопроводов из медных труб разных установок следует соблюдать такие же расстояния, какие установлены в правилах для стальных труб.