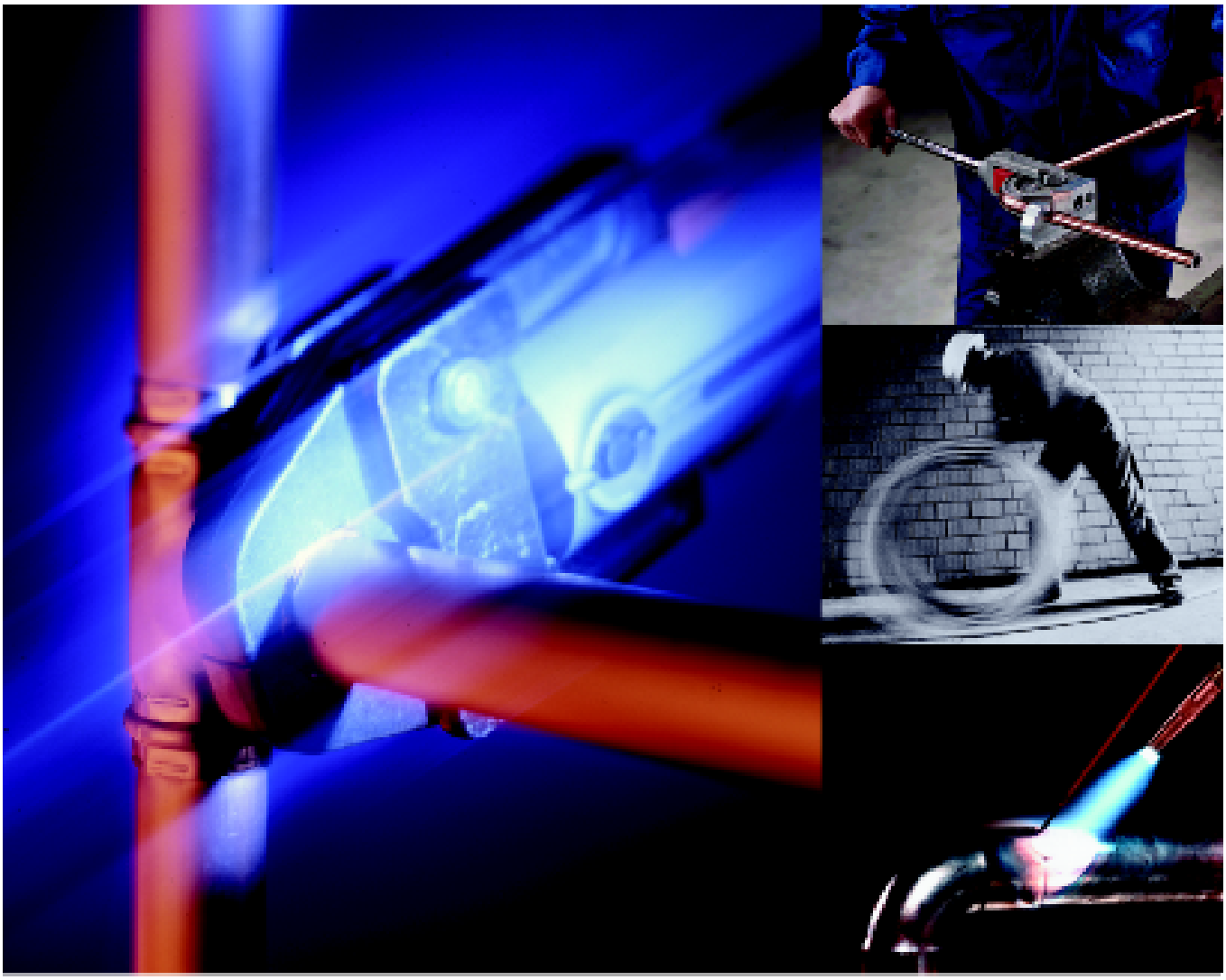
Библиотека СОК

# 4 Техника прокладки и выполнения соединений



Первыми водопроводами из листовой меди пользовались уже более 4700 лет тому назад в Египте. Даже в то время была известна пайка.

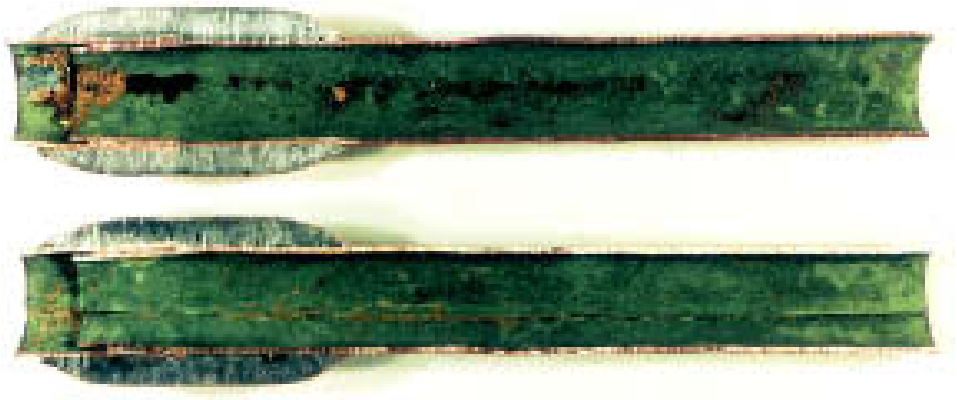


Рис. 4.1
Медная труба с трубным соединением, выполненная ремесленником

Точные данные о таком совершенном методе соединения, как пайка, во времена римлян передает Плиний, который при пайке меди рекомендует использовать богатый свинцом оловянно-цинковый припой с применением смолы в качестве флюса.

Позднее надежность установок из медных труб была доказана множеством примеров XIX века. На рис. 4.1 представлена выполненная и установленная ремесленником в г. Любек приблизительно в 1870г. труба питьевого водоснабжения, которая за 90 лет эксплуатации все еще остается в первоклассном состоянии [19].

Уже в 20-е годы медные трубы начинают широко использоваться в Германии. После отмены в 1954г. ограничений для потребителей, введенных в военные и послевоенные годы, преимущества медных труб для использования в трубопроводных системах были признаны окончательно.

С тех пор технологии производства и обработки медных труб постоянно развивались. Важным новшеством для соединения медных установок в 90-е годы стало распространение метода опрессовки.

Как будет показано далее в этом разделе, отдельные виды соединения имеют свои преимущества в зависимости от цели применения труб. Очень часто при выборе вида соединения решающее значение имеют производственные и региональные традиции.

## 4.1 Нормы и своды правил

Соединения медных труб в системах газоснабжения, сжиженного газа и водоснабжения выполняются согласно инструкции DVGW-Arbeitsblatt GW2.

**Соединение медных труб**

В прочих областях применения, таких как установки подачи жидкого топлива и отопления, руководство инструкцией GW2 не предусмотрено. Положения этого документа следует рассматривать как признанные правила выполнения соединений медных труб в этой области их применения [20].

Путем такой унификации достигается рационализация техники монтажа, которая, помимо всего прочего, обеспечивает безопасность эксплуатации разных видов трубопроводов. Инструкция DVGW-Arbeitsblatt GW2 действует для соединения медных труб согласно норме DIN EN 1057 и документу DVGW-Arbeitsblatt GW392.
В таблице 4.1 дан обзор норм и сводов правил.

Таблица 4.1 Нормы и своды правил выполнения соединений медных труб

| Свод правил | Заглавие |
|---|---|
| **DIN EN 1057** | Круглые бесшовные трубы из меди для водо- и газопроводов в сантехнике и отопительных установках |
| **DVGW-Arbeitsblatt GW 392** | Бесшовные трубы из меди систем газо- и водоснабжения; требования и согласования испытаний |
| **DVGW-Arbeitsblatt GW 2** | Соединения медных труб в системах газо- и водоснабжения в грунтах и внутри зданий |
| **DVGW-Arbeitsblatt W 534** | Соединительные элементы и виды соединений труб в системах питьевой воды; требования и испытания |
| **DIN EN 1254** | Медь и медные сплавы, фитинги<br>**ч. 1** Капиллярные фитинги для соединения медных труб (пайка мягким и твердым припоем)<br>**ч. 2** Зажимные резьбовые соединения для медных труб<br>**ч. 4** Фитинги для соединения прочих подводок труб с капиллярными и зажимными соединениями<br>**ч. 5** Фитинги с малой глубиной заделки для соединения медных труб пайкой твердым припоем |
| **DVGW-Arbeitsblatt GW 6** | Капиллярные фитинги для пайки из оловянно-цинковой бронзы и переходные муфты из оловянно-цинковой бронзы и меди, требования и согласования испытаний |
| **DVGW-Arbeitsblatt GW 8** | Капиллярные фитинги для медных труб, требования и согласования испытаний |
| **DIN 2607** | Медные уголки для сварки |

Описанные в дальнейшем методы соединений предполагают использование материалов, которые отвечают вышеуказанным требованиям.

# 4.2 Трубные соединения

При помощи разъемных и неразъемных соединений могут соединяться как медные трубы между собой, так и медные трубы с медными фасонными деталями (фитингами), арматурой, насосами, приборами. Все соединения медных труб даже при изменяющихся условиях эксплуатации (напр. колебания температуры и давления) должны оставаться герметичными.

## 4.2.1 Неразъемные соединения

Неразъемные соединения могут производиться путем пайки мягким или твердым припоем, сварки или опрессовки.

### Пайка мягким припоем

**Пайка мягким припоем**

Соединения, выполненные путем пайки мягким припоем, могут использоваться как в трубопроводах холодного и горячего водоснабжения, так и в отопительных установках с рабочей температурой до 110°C. В трубопроводах газоснабжения, а также в масляных и трубопроводах сжиженного газа пайка мягким припоем не допускается. Так как в солнечных термоустановках температура может подниматься выше 110°C, к таким трубопроводам также не может применяться пайка мягким припоем (табл. 4.7 на стр. 95).

Пайка мягким припоем осуществляется, как правило, при помощи капиллярных фитингов из меди (CU-DHP) и бронзы (G-CuSn5ZnPb), которые имеются в ассортименте, в зависимости от материала, с внешним диаметром до 108мм.



Рис. 4.2
Фитинг из меди

**Муфты**

В трубопроводах без изгибов могут производиться соединения труб одинакового диаметра либо меньшего диаметра на одну ступень без применения фитингов. При этом методе соединения, изготовленные вручную муфты, также должны быть выполнены максимально точно, чтобы соблюдались при пайке установленные в инструкции GW2 рабочий зазор и глубина заделки.

Таблица 4.2 Минимальная глубина заделки в соединениях при пайке мягким припоем согласно инструкции DVGW-Arbeitsblatt GW2

| Наружный диаметр трубы (мм) | Мин. глубина заделки (мм) | Макс. ширина зазора при пайке (мм) |
|---|---|---|
| 6,0 | 7,0 | 0,3 |
| 8,0 | 8,0 | 0,3 |
| 10,0 | 9,0 | 0,3 |
| 12,0 | 10,0 | 0,3 |
| 15,0 | 12,0 | 0,3 |
| 18,0 | 14,0 | 0,3 |
| 22,0 | 17,0 | 0,3 |
| 28,0 | 20,0 | 0,3 |
| 35,0 | 25,0 | 0,3 |
| 42,0 | 29,0 | 0,3 |
| 54,0 | 34,0 | 0,3 |
| 64,0 | 35,0 | 0,4 |
| 76,1 | 36,0 | 0,4 |
| 88,9 | 40,0 | 0,4 |
| 108,0 | 50,0 | 0,4 |

Соединения путем пайки мягким припоем следует всегда выполнять с использованием флюсов или флюс-пасты, состоящей из смеси флюса и измельченного в порошок припоя (табл. 4.3)

Таблица 4.3 Присадочные материалы мягких припоев

| Присадочные материалы мягких припоев | | |
|---|---|---|
| Мягкие припои согл. DIN EN 29453 и DVGW-Arbeitsblatt GW 2 | S-Sn97Ag3 | S-Sn97Cu3 |
| Интервал температуры плавления (°C) | 221-230 | 230-250 |
| Флюс согласно DIN EN 29454-1 и DVGW-Arbeitsblatt GW 2 | Тип 2.1.2, тип 3.1.1 или тип 3.1.2 | |
| Паяльные пасты согл. DVGW-Arbeitsblatt GW 2 | Содержание металла мин. 60% по весу. Монолитное олово для пайки должно иметь тот же состав, что и припой в паяльной пасте | |

В установках питьевой воды, согласно GW2, могут использоваться только мягкие припои (см. табл. 4.3). В отопительных установках, если применима пайка мягким припоем, в целях унификации и взаимозаменяемости можно так же использовать эти припои.

В качестве рабочих инструментов используются ацетилено-воздушные, пропано-воздушные горелки или электропаяльники, которые, ввиду нагрева места соединения без пламени, имеют преимущества особенно при косметических ремонтах.

Приемы пайки мягким и твердым припоями описаны ниже, начиная со стр. 98.

### Пайка твердым припоем

**Пайка твердым припоем**

Соединения, выполненные пайкой твердым припоем, отличаются от соединений, выполненных пайкой мягким припоем стойкостью к высоким температурам и высокой прочностью на изгиб.

Пайка твердым припоем может применяться в системах отопления, жидкого топлива, газовых, сжиженного газа, а также солнечных термоустановках (см. табл. 4.7 на стр. 95). Трубопроводы питьевого водоснабжения согласно DVGW-Arbeitsblatt GW2 могут соединяться при помощи пайки твердым припоем только с использованием труб размером более 28x1,5мм.

Требования к фитингам для пайки твердым припоем являются аналогичными требованиям к фитингам для пайки мягким припоем. Кроме того, предлагаются также специальные фитинги для соединения исключительно путем пайки твердым припоем.

Наряду с применением изготовленных вручную муфт (см. пайка мягким припоем), тройниковые и наклонные ответвления могут производиться также путем пайки твердым припоем без использования фитингов, но только в том случае, если диаметр трубы-отвода меньше, чем диаметр основной трубы. Соединение спаиваемых поверхностей внахлест осуществляется путем выполнения раструба на конце трубы. При пайке твердым припоем длина напуска с использованием муфт в 3 раза превышает толщину стенки, но составляет не менее 5мм. Опыт показывает, что оптимальная длина напуска составляет 7мм для условных проходов до DN40 включительно, и для больших может достигать 10мм. При пайке твердым припоем тройниковых и наклонных соединений с выдавливанием на трубе отводов минимальная длина напуска должна в 3 раза превышать толщину стенки ответвляемой трубы.

Соединение деталей путем пайки встык является недопустимым.

В отличие от пайки мягким припоем при пайке твердым припоем флюс использовать не обязательно (см. табл. 4.4).

В установках питьевого водоснабжения могут использоваться те марки припоев, которые приведены в инструкции GW2 (табл. 4.4). Так же, в целях унификации и взаимозаменяемости эти марки можно использовать в других областях применения (например, в отопительной установке).

Таблица 4.4 Присадочные материалы твердых припоев

| **Присадочные материалы твердых припоев** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Твердые припои согласно DIN EN 1044 | AG 106 | AG 203 | AG 104 | CP 105 | CP 203 |
| Интервал темп. плавления (°C)<br>Рабочая темп. (°C) | 630-730<br>710 | 675-735<br>730 | 640-680<br>670 | 645-825<br>740 | 710-890<br>760 |
| Флюс согласно DIN EN 1045 | FH 10 | FH 10 | FH 10 | Без* | Без* |

*Если фитинги и арматура из латуни или красной бронзы соединяются путем пайки твердым припоем, то содержащие фосфор твердые припои CP 105 или CP 203 должны использоваться только вместе с флюсом (FH10).

Для пайки твердым припоем используются, как правило, ацетилено-кислородные горелки, а для труб меньших размеров - ацетилено- или пропано-воздушные горелки.

В табл. 4.5 указано допустимое рабочее давление для пайки медных трубопроводов мягким и твердым припоями в зависимости от рабочей температуры и диаметра труб. Информацию о пайке при более высоком рабочем давлении и температуре предоставляют производители припоев и фитингов.

Таблица 4.5 Допустимое рабочее давление для капиллярных паяных соединений при помощи фитингов согласно DIN EN 1254

| **Рабочая температура** | **Наружный диаметр трубы** | | |
|---|---|---|---|
| | 6 до 28 мм | 35 до 54 мм | 64 до 108 мм |
| до 30°C | 25 бар | 25 бар | 16 бар |
| до 65°C | 25 бар | 16 бар | 16 бар |
| до 110°C | 16 бар | 10 бар | 10 бар |

## Сварка

**Сварка**

Сварка медных труб с фитингами или без них является экономичным методом соединения труб, особенно больших размеров. Для труб с наружным диаметром более 108мм использовать капиллярные фитинги не рекомендуется, предпочтительнее соединять трубопроводы сваркой, хотя, даже при трубах небольших диаметров соединение их путем сварки часто является более рациональным.

Сварка может применяться для любых медных труб с толщиной стенки от 1,5мм, а для установок питьевой воды - только в том случае, если наружный диаметр трубы составляет ≥ 35мм.

В наличии имеются различные сварочные фитинги, хотя на данный момент дополнительно разрабатываются уголки для сварки согласно DIN 2607 с учетом соответствия с размерным рядом труб по DIN EN 1057.

В качестве сварного шва при сварке медных труб должно выбираться стыковое соединение (Т-образный сварочный шов согласно DIN 8552 ч.3). Тройниковые и наклонные ответвления могут производиться с использованием фитингов или выдавливанием на трубе отводов.

Для сварки могут применяться следующие методы: газовая сварка кислородно-ацетиленовой горелкой, сварка в среде защитного газа методом WIG (вольфрамовым электродом в среде инертного газа), а также методом MIG (плавящимся электродом в среде инертного газа).

При методе MIG горит электрическая дуга между свариваемыми деталями и плавящимся электродом, который одновременно является присадочным материалом (проволочный электрод), в то время как при методе WIG электрическая дуга свободно горит между вольфрамовым электродом и привариваемой деталью, а присадочный материал отдельно подается в зону сварки.

В табл. 4.6 представлен обзор присадочных материалов для сварки.

Использование флюса при сварке не является необходимым, хотя могут применяться флюсы на основе соединений бора (типы FH21 или FH30).

Таблица 4.6 Присадочные материалы для сварки

| **Присадочные материалы для сварки** | | |
|---|---|---|
| Присадочные материалы для сварки согласно DIN 1733 | SG-CuAg | SG-CuSn |
| Интервал температуры плавления (°C) | 1070 - 1080 | 1020 - 1050 |
| Использовать преимущественно для | газовой сварки | WIG, MIG |

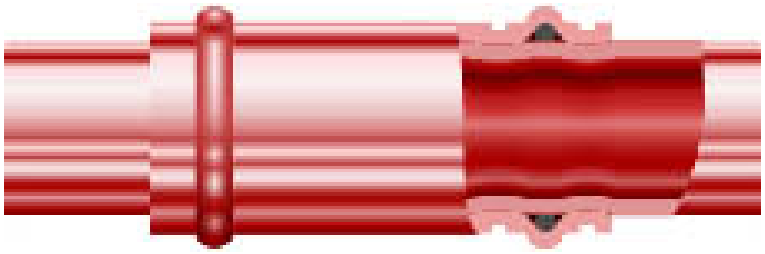
## Опрессовка

**Опрессовка**

Хотя метод опрессовки стальных труб был разработан еще 30 лет тому назад, опрессовка медных труб начала распространяться только с момента введения в 90-е годы системы Viega-profipress®. Ее преимуществом, прежде всего, является более простая и быстрая техника соединения.

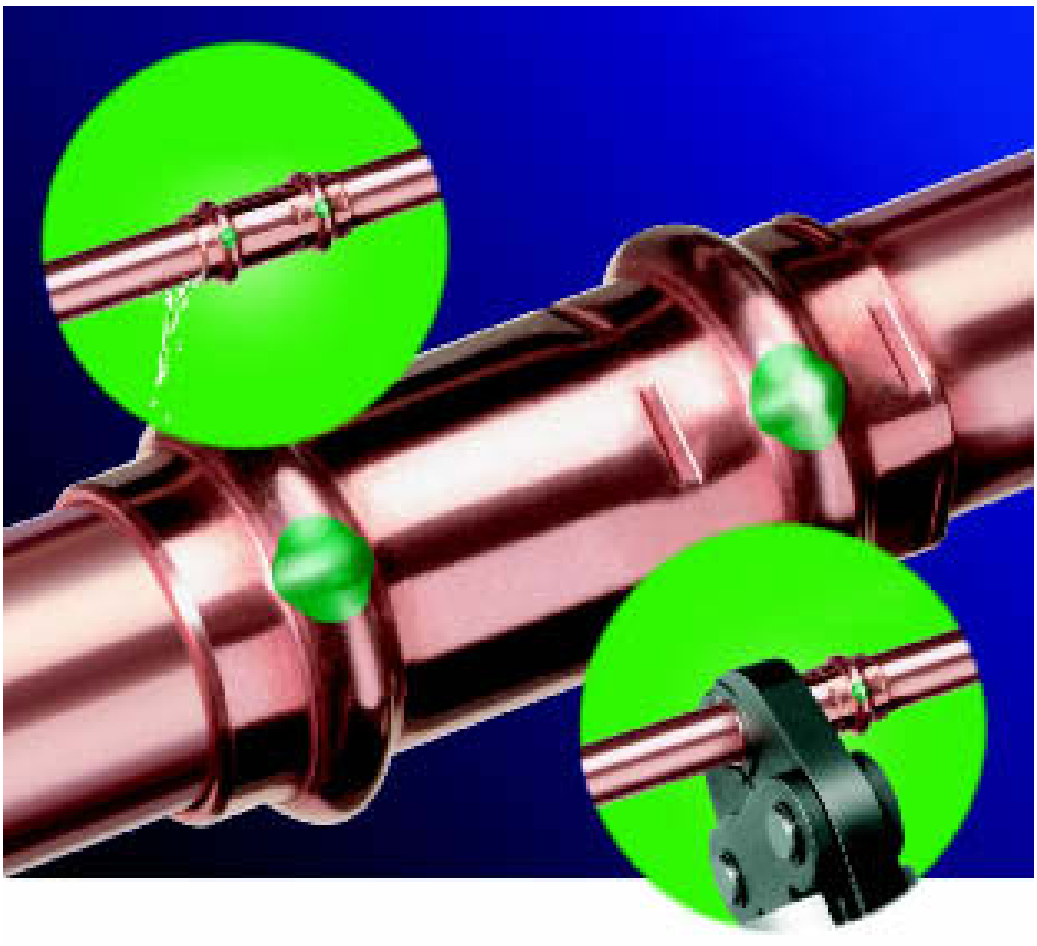
Для разных областей применения существуют различные виды прессфитингов, размерами до 108мм. Следует обратить внимание на то, что используются только те прессфитинги, которые являются допустимыми для применения в соответствующей области. Прессфитинги для разных сфер применения отличаются, прежде всего, различными уплотнительными элементами.

Рис. 4.3
Разрез по фитингу



С недавних пор производитель системы фирма Viega предлагает систему опрессовки с так называемым предохранительным контуром SC. Этот контур SC обеспечивает то, что при испытании под водяным давлением благодаря видимому просачиванию воды и падению давления можно обнаружить не запрессованные соединения. Эта инновация называется "наглядная надежность испытания".

Рис. 4.4
Прессфитинг с контуром SC



Знак нового контура SC, который можно увидеть снаружи, - это небольшая окрашенная выпуклость на каждом выгнутом желобке пресс-соединения, образующая внутри небольшой продольный паз. Это практически незаметный, но на практике высокоэффективный конструктивный элемент, так как монтажники могут сразу же обнаружить не запрессованное соединение и вовремя предотвратить возможные последствия. Во время опрессовки паз, находящийся под выпуклой поверхностью контура SC ликвидируется, а соединение становится долговечным, герметичным и надежным.

Опрессовка соединения может осуществляться только теми инструментами, применение которых допускается производителями фитингов. Следует использовать только те прессфитинги, которые имеют знак технического контроля DVGW.

Благодаря основанию союза по системным вопросам KME и Viega, в распоряжении потребителей находится ряд гарантий на системы трубопроводов из инсталляционных труб KME.

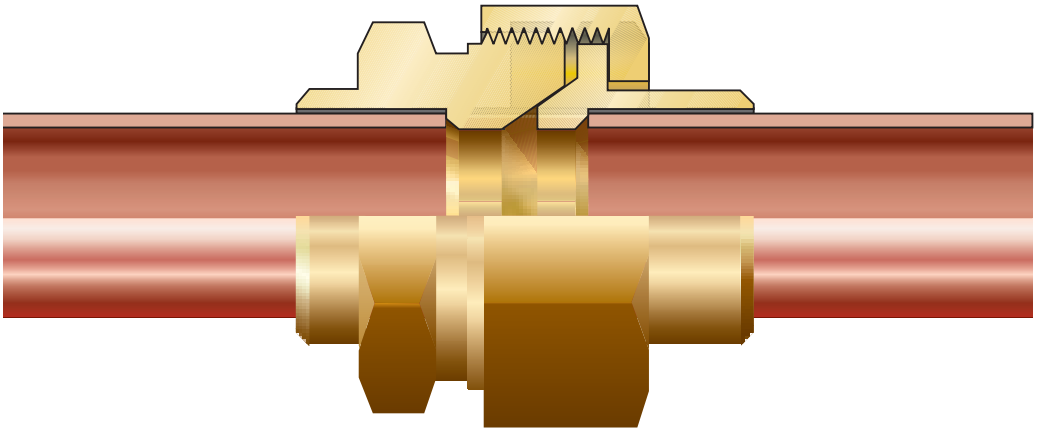
Приемы опрессовки описаны ниже (см. стр. 98). Особое внимание здесь уделяется зачистке труб, с одной стороны, для того, чтобы при вставке трубы не повредился уплотнительный элемент, а с другой стороны, - устранению возможности возникновения во время резки деформации трубы и изменения проходного диаметра, которые могут стать причиной дополнительного уменьшения давления вследствие турбулизации потока.

### 4.2.2 Разъемные соединения

Разъемные соединения используются в установках из медных труб для присоединения арматуры и приборов, а также для соединения медных труб с деталями из других материалов. Разъемные соединения должны легко разбираться без потери качества соединения и снова собираться. Разъемные соединения могут выполняться в следующих исполнениях:

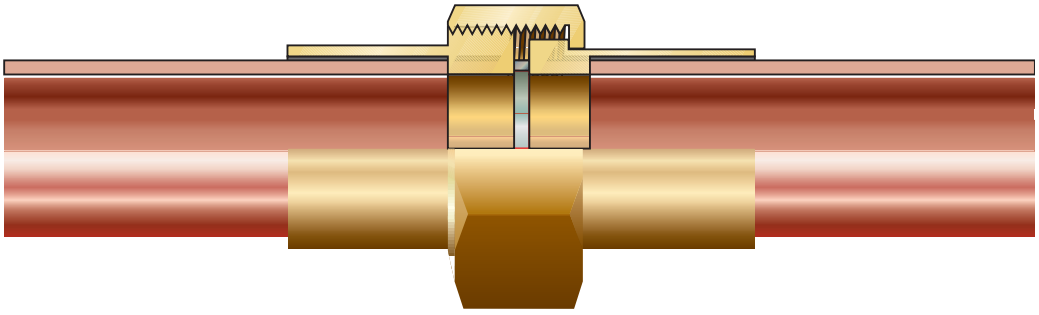
*Коническое/коническое или коническое/сферическое уплотнительное резьбовое соединение*

Рис. 4.5 Коническое/коническое или коническое/сферическое уплотнительное резьбовое соединение



*Резьбовое соединение с плоским уплотнением*

Рис. 4.6 Резьбовое соединение с плоским уплотнением



- Резьбовые соединения состоят в основном из двух свинчиваемых резьбовых частей и одной накидной гайки. Накидная гайка обеспечивает разбираемость соединения между свинчиваемыми частями. Винтовой корпус состоит из присоединительной части трубы, предназначенной для опрессовки или пайки, и крепежной части с наружной уплотнительной резьбой.

- Уплотнение осуществляется благодаря натягу конических или сферических поверхностей (рис. 4.5), либо при помощи прокладки, которая размещается между плоскими, круговыми уплотнительными поверхностями свинчиваемых частей (рис. 4.6).

*Зажимные резьбовые соединения с металлическим уплотнением*

- Если мягкие и полужесткие трубы соединяются зажимными резьбовыми соединениями, то для надежности натяга, а также во избежание деформации трубы и изменения проходного диаметра, в трубы вставляются защитные опорные втулки (необходимо учитывать указания производителей).
- **Для соединения трубопроводов газоснабжения и питьевой воды могут применяться зажимные резьбовые соединения только с допуском для использования DVGW.**

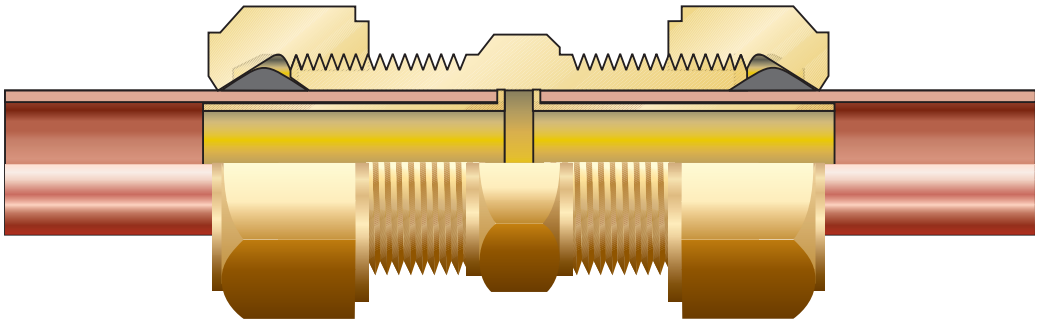


Рис. 4.7 Зажимные резьбовое соединение с металлическим уплотнением (с опорными защитными втулками)

*Зажимные резьбовые соединения с мягким уплотнением*

- Эластичное прокладка при затягивании нажимного кольца обжимает наружную поверхность трубы и таким образом уплотняет соединение. При монтаже следует обратить особое внимание на правильную очередность действий. При данном виде соединений необходимо также использовать защитные гильзы.

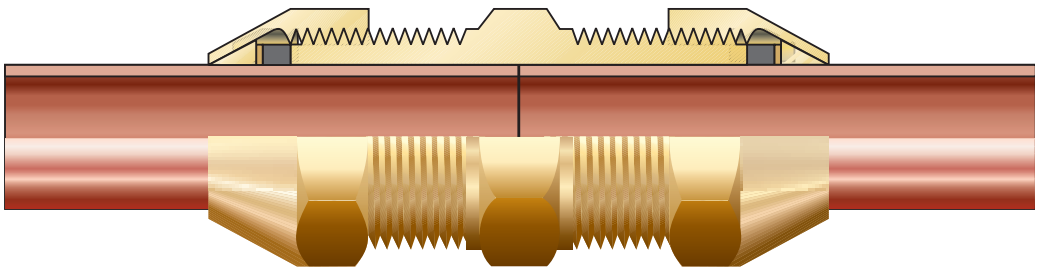
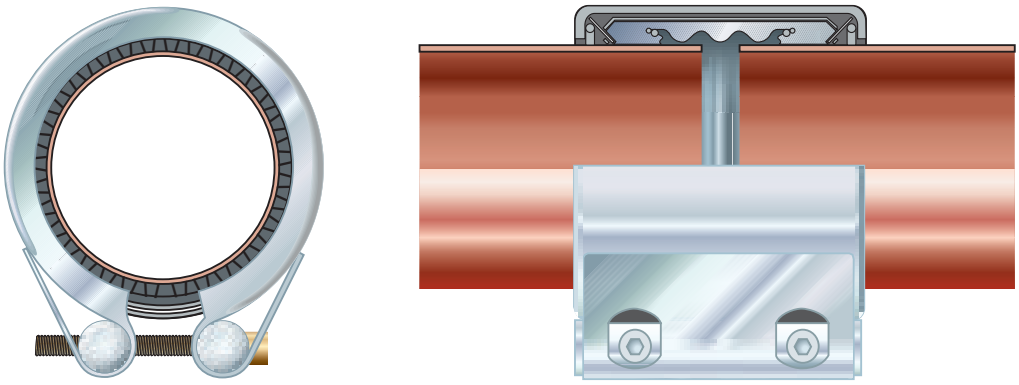


Рис. 4.8 Зажимные резьбовые соединения с мягким уплотнением

*Трубные муфты*

- Трубные муфты - это соединительные элементы для мягкого уплотнения труб или фасонных деталей с гладкими концами. Они предназначены только для соединения медных труб с твердостью R-290 на прямых участках. Недостаточно прочные на разрыв трубные муфты используются при ремонте в качестве зажимных хомутов.

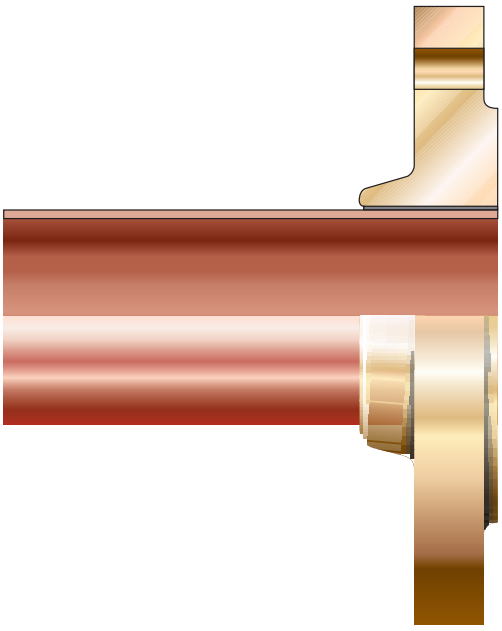
Рис. 4.9
Трубная муфта



*Фланцевые соединения с паяным фланцем из оловянно-цинковой бронзы*

- Вместо резьбовых соединений между медными трубами, арматурой и устройствами могут также применяться разъемные фланцевые соединения.

Рис. 4.10
Фланцевое соединение с паяным фланцем из оловянно-цинковой бронзы



*Фланцевые соединения с развальцованным торцом трубы и предварительно одетым стальным фланцем*

- **Отбортовку на конце трубы нельзя использовать как фланец.**

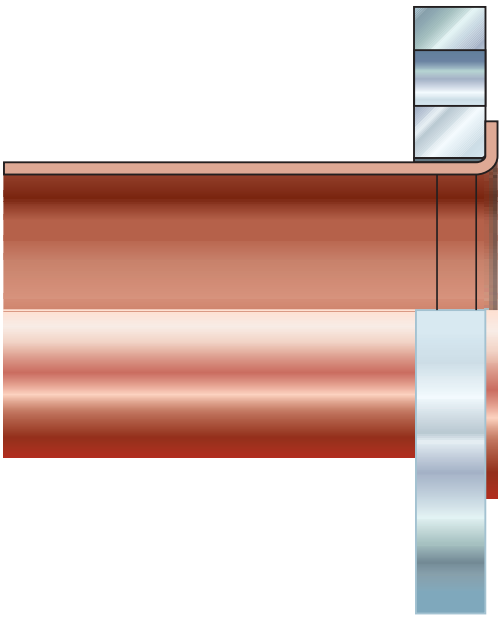


Рис.4.11 Фланцевое соединение с развальцованным торцом трубы и предварительно одетым стальным фланцем

*Фланцевые соединения с припаянной втулкой из оловянно-цинковой бронзы и предварительно одетым стальным фланцем*

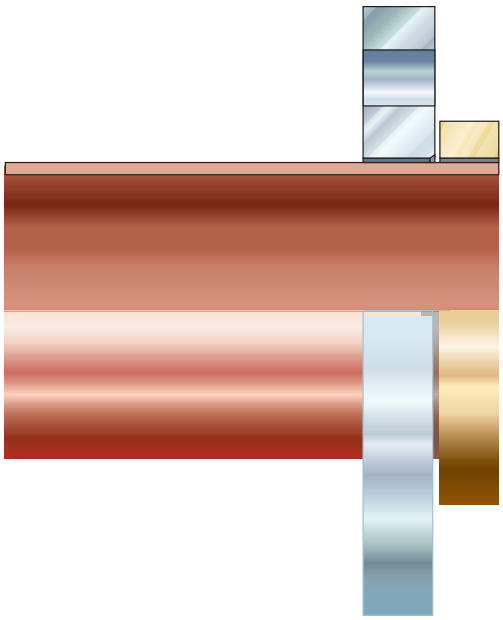


Рис.4.12 Фланцевое соединение с припаянной втулкой с предварительно одетым стальным фланцем

### Указания по применению разъемных соединений

- Разъемные соединения с мягким уплотнением (рис. 4.6 и 4.8) должны размещаться в доступных местах. При закрытом монтаже их следует разместить в области контрольного отверстия.

**Учет предела прочности на разрыв трубных соединений**

- Если применяемые соединительные элементы согласно своему номинальному давлению не обладают при нагрузке достаточной прочностью на разрыв необходимо при монтаже принять дополнительные меры или подобрать подходящие места крепления так, чтобы концы труб не могли выскочить из соединительных элементов.
- Уплотнения должны соответствовать каждому конкретному применению.

*Ограничения по применению*

- Для установок водоснабжения действует инструкция DVGW-Arbeitsblatt W534.
- В установках газоснабжения для соединения труб следует использовать соединительные элементы согласно DIN3387 ч.1, которые для внутренних трубопроводов, должны иметь достаточную прочность на разрыв.

### 4.2.3 Заключение

Далее предлагаются важнейшие рекомендации по применению.
В табл. 4.7 указаны области применения неразъемных соединений.

Таблица 4.7 Рекомендуемые виды соединений труб для различных областей применения

| Способы соединений | Дождевая (питьевая) вода | Сетевая вода | Газ/ сжиженный газ | Масло | Солнечная установка |
|---|---|---|---|---|---|
| Пайка мягким припоем | ■ | ■* | | | |
| Пайка твёрдым припоем | ■** | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Сварка | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Опрессовка *** | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

* до 110 °C
** от 35 x 1,5мм
*** для соединений опрессовкой следует использовать только прессфитинги со специальными уплотнительными элементами согласно областям применения.

*Системы питьевого водоснабжения (дождевая вода)*

- Для труб до 28 x 1,5 мм, соединяемых муфтами и хомутами, не допускается горячая гибка, а также неполный отжиг.
- Для труб более 28 x 1,5 мм допускается пайка твердым припоем с применением и без применения капиллярных фитингов.
- Пайка мягким припоем применяется лишь для капиллярных фитингов, за исключением муфтовых соединений, и соединений труб разных диаметров, различающихся на одну ступень (например, 18/15). Как показывает опыт, без фитингов могут соединяться трубы разного диаметра максимум до 35/28.
- Сварка применяется для труб свыше 35x1,5мм.

*Системы отопления*

- Пайка твердым и мягким припоями применяется для любых соединений и типоразмеров труб.
- Сварка медных труб допускается при толщине стенки от 1,5 мм.
- Пайка мягким припоем допускается для систем с рабочей температурой до 110°C.

*Системы газоснабжения*

- Допускается пайка только твердым припоем, пайка мягким припоем запрещена.
- Т-образные и угловые соединения выполняются при помощи фитингов; разрешается применение муфт, изготовленных монтажниками с использованием специального инструмента (максимальная ширина зазора - см. табл. 4.2).
- Зажимные резьбовые соединения с металлическим уплотнением могут применяться для труб до 28x1,5мм (нормы TRGI и TRF).
- При соединениях опрессовкой необходимо использовать прессфитинги, допустимые только для систем газоснабжения.

*Системы подачи сжиженного газа*

- Допускается пайка только твердым припоем, пайка мягким припоем запрещена.
- Соединения следует выполнять только с использованием фитингов. Изготовление монтажниками каких-либо деталей (например, муфт, ответвлений и т.д.) является недопустимым.
- Согласно норме TRR100 пайка применима для трубопроводов среднего давления до 35x1,5мм. Для труб более 35x1,5мм следует применять сварку.
- Испытания трубопроводов, соединения в которых выполнены пайкой твердым припоем, проводятся экспертами с дополнительными испытаниями паяных соединений согласно норме TRR100.

*Установки подачи жидкого топлива*

- Припой AG203 (L-AG44) в установках подачи жидкого топлива не применяется.
- Пайка твердым припоем в трубных соединениях с применением капиллярных фитингов допустима для труб до 28x1,5мм.
- Разъемные соединения и арматура должны быть доступны и обозримы, располагаться в маслонепроницаемых контрольных шахтах и контролироваться автоматическими системами обнаружения утечки или проведением регулярного визуального осмотра.
- Все применяемые резьбовые соединения, как и фланцевые должны располагаться в легкодоступных местах.

*Солнечные термоустановки*

- Допускается применение сварки для труб для труб с толщиной стенки свыше 1.5 мм.