Библиотека СОК

Информационное руководство.

Квалифицированная установка трубопроводов из медных труб и фитингов.

Перевод с немецкого одноименной брошюры Немецкого института меди (DKI). Оригинальная Брошюра разработана совместно с Центральным Союзом Санитарии Отопительных систем Святого Августина.

Права на переиздание русской версии:
SANHA Kaimer GmbH & Co. KG

Фирма "SANHA Kaimer GmbH & Co. KG" в России –

Представительство «Каймер Европа ГмбХ» (ФРГ)
127055, К-55, ГСП-4, г.Москва, ул.Лесная, д.43, стр.1, оф.427
Тел./факс: (095) 973-5614
e-mail: rus@sanha.com, www.sanha.com

1. Трубы и фитинги из меди для монтажа трубопровода.

1.1. Трубы.

В данных нормативах указываются европейские требования к трубам из меди:

- DIN 1786 «Цельнотянутые трубы из меди»;
- DIN 59753 «Параметры цельнотянутых труб из меди и медных сплавов для капиллярной пайки»;
- DIN 1787 «Медь – полуфабрикат»;
- DIN 17671 «Свойства труб из меди и медных сплавов», (часть 1);
- DVGW Трудовой лист GW 392 «Цельнотянутые трубы из меди для газопроводов и водопроводов»
- RAL «Протоколы, тесты и условия для отметки знаком качества RAL»;
- RAL RG 641/1 «Контроль качества медных труб, его организация».

1.1.1. DIN 1786 «Цельнотянутые трубы из меди».

В DIN 1786 унифицированы цельнотянутые трубы для газопроводов и систем питьевого водоснабжения. Согласно этому стандарту, трубы могут также применяться в системах: отопления, жидкого топлива, жидкого газоснабжения, некоторые из них указаны как эталон.
DIN 1786 появился в 1936г. как стандартная норма, а в 1980г. стал стандартом для производителей и с этого времени определяет требования к качеству изготовления труб из меди.
Выделяются следующие требования:

- постоянство размера наружного диаметра по всей длине трубы и толщины стенки (без учета промежуточного размера);
- минимальные допуски на отклонение наружного диаметра (для соблюдения капиллярного зазора между трубой и фитингом);
- единая длина при поставках;
- постоянство прочностных параметров;
- однородность материала: не содержащая кислорода медь, SF-Cu по DIN 1787, содержание не менее 99,9% (пригодна для пайки и сварки);
- Маркировка труб. Обозначения производителя наносятся тиснением в продольном направлении с заданным шагом (не более 500 мм) повторения и сохраняются длительное время. Указывается наружный диаметр, толщина стенки, стандарт соответствия (DIN) и имя производителя. Дополнительно может быть знак DVGW или другой знак качества.

Форма изготовления	Наружный диаметр, мм	Коэф-т твердости	Длина, м	Номер материала
Круглая (в бухтах Ø 0,5м или 0,9м)	от 6 до 22	F 22 (мягкая)	25 или 50	2.0090.10
Продольная (прямые отрезки)	от 6 до 54	F 37 (жесткая)	5	2.0090.32
	64 до 133	F 30 (полужесткая)	5	2.0090.32
	159, 219, 267	F 30 (полужесткая)	4 или 5	2.0090.30

Табл. 1. Соблюдаемые параметры при производстве труб согласно DIN 1786.

1.1.2. DIN 59 753 «Параметры цельнотянутых труб из меди и медных сплавов для капиллярной пайки».

В отличие от DIN 1786 это требование является стандартной нормой. Трубы согласно DIN 59 753 из SF-Cu по DIN 1787 и прочности по DIN 17 671, часть 1, могут использоваться в отопительных системах. Например, мягкие трубы, армированные в заводских условиях, удобны для применения в “теплых” полах.

диаметрxтолщина стенки, мм	коэффициент твердости	форма изготовления, длина, м
10 x 0,7 12 x 0,8 14 x 0,8 15 x 0,8 16 x 0,8 18 x 0,9	F 22 (мягкая)	Круглая в бухтах, длина 25 или 50 м

Табл.2. Параметры мягких труб, согласно DIN 59 753.

DIN 59 753 допускает различную толщину стенок не зависимо от диаметра. Но при этом допуски на отклонение от заданного внешнего диаметра соответствуют требованиям образования равномерного капиллярного зазора DIN 2856, необходимого для пайки. И, таким образом, не возникают ограничения по областям использования. Маркировка труб не нормирована, но при необходимости, по согласованию, может быть нанесена.

Стандарт	DIN 1786	DIN 59 753
Область применения	Газопровод, водопровод, отопление, жидкое топливо.	Отопление, хладоагенты. Другие области, в зависимости от условий.
Тип	Норма для продукта.	Стандартная норма.
Наружный диаметр	Стандартные размеры от 6 до 267 мм (промежуточных размеров нет).	Стандартные размеры от 4 до 108 мм (промежуточных размеров нет)
Толщина стенок	Стандартные размеры 0,8-3 мм, в определенной комбинации с наружным диаметром.	Рекомендуемые размеры 0,5-4 мм в свободной комбинации с наружным диаметром.
Способ соединения	Капиллярная пайка и другие методы соединений	Только капиллярная пайка.
Состав материала	Только SF-Cu.	SF-Cu, CuAsP, CuZn20Al, CuNi10Fe.
Форма произ-ва	Только одна в зависимости от вида поставки и размеров.	Любая, согласно DIN 17671 часть 1.
Виды поставок	А) в штангах длиною 5 м; Б) в бухтах длиною 25, 50 м; В) в зависимости от заказа.	А) ??? Б) длина производителя; В) постоянная длина.
Маркировка	Обязательна.	По согласованию.

Табл. 3. Сравнение DIN 1786 с DIN 1786.

1.1.3. DVGW, Трудовой лист GW 392 - «Цельнотянутые трубы из меди для газопроводов и водопроводов». RAL - «Протоколы, тесты и условия для отметки знаком качества RAL». RAL RG 641/1 - «Контроль качества медных труб, его организация».

Условия и организация контроля качества медных труб, содержат наряду с DIN 1786 и DIN 59753 дополнительные требования и предписания к производству труб.
Трубы, соответствующие DIN 1786, могут дополнительно по требованию маркироваться знаком проверки DVGW (Немецкое объединение воды и газа). Этот знак состоит из букв DVGW-Cu и регистрационного номера соответствующего производителя.
Соответствие требованиям качества DVGW и RAL, маркировка этими знаками качества обязательна для труб используемых в системах питьевого водоснабжения и газоснабжения. В документе “AVB Вода V” (Предписание общих условий по снабжению водой), который регулирует условия подачи воды к водопроводным станциям, в §12, абз. 4 написано требование «Разрешается применять только те материалы и приборы, которые изготовлены по соответствующим и признанным правилам технологии. Знак одного из признанных испытательных учреждений, например, DIN – DVGW, DVGW- или GS, указывает на то, что все эти правила выполнены». То же и с газопроводами, в предписании DVGW-TRGI'86 звучит следующее: «Газовые установки и их детали должны обеспечивать безопасное функционирование во время их эксплуатации. Только наличие испытательных знаков DIN – DVGW, DVGW- или GS подтверждает соответствие деталей настоящим требованиям … ».
В Трудовом листе DVGW GW 392 определены следующие соотношения диаметров с толщиной стенки труб питьевого водоснабжения и газопроводов (см. табл. 4).

Трубы в прямых отрезках – штангах	Трубы в бухтах
12 x 1 мм	12 x 1 мм
15 x 1 мм	15 x 1 мм
18 x 1 мм	18 x 1 мм
22 x 1 мм	22 x 1 мм
28 x 1,5 мм	
35 x 1,5 мм	
42 x 1,5 мм	
54 x 2 мм	
64 x 2 мм	
76,1 x 2 мм	
88,9 x 2 мм	
108 x 2,5 мм	
133 x 3 мм	
159 x 3 мм	
219 x 3 мм	
267 x 3 мм	

Табл. 4. Толщина стенки в зависимости от диаметра и формы производства трубы, согласно DVGW GW 392.

Трудовой лист DVGW GW 392 и «Протоколы, тесты и условия для отметки знаком качества RAL» имеют собственные требования к проверкам качества изготовления производителем труб и устанавливают минимальный объем требований. В

ежегодно проводимых проверках должна принимать участие независимая организация, учреждение или институт и давать свою оценку.
На внутренней поверхности трубы должна отсутствовать углеродная пленка, вызывающая точечную коррозию при контакте с холодной водой. (см. DIN 50930, ч.1).
В повторных тестах (тест HNO_3) на отсутствие углеродной пленки должно обеспечиваться содержание углерода на внутренней поверхности трубы не более 0,20 мг/дм². Эти требования присутствуют как в DVGW GW 392, так и в «Протоколы, тесты и условия для отметки знаком качества RAL».
При производстве труб в форме прямых отрезков (штангах) на их поверхности практически не образуется углеродная пленка, т.к. они не подвергаются промежуточному накаливанию. Но есть ограничение по содержанию веществ сопровождающих процесс вытягивания трубы из заготовки. Так для труб диаметром 54 мм. и толщиной стенки 2 мм. они должны не превышать 0,20 мг/дм², для больших диаметров 1,00 мг/дм².
Таким образом, предотвращается возникновение углеродной пленки – появляющейся при температурном воздействии – при пайке твердым припоем, изгибании трубы с помощью ее нагревания и пр.
Если изготавливаемым на заводе медным трубам присваивают знак качества RAL их необходимо, согласно DIN 59 753, маркировать: «Труба отопления - номинальный диаметр - упрощенный значок качества RAL - огнеупорность (например, DIN 4102-B2)».

1.2. Фитинги, согласно DIN 2856.

Любые детали, муфты и соединительные элементы из меди для монтажа и соединения труб по DIN 1786 и DIN 59 753 используются для капиллярной пайки. Требования к фитингам для капиллярной пайки:

- DIN 2856 — Фитинги для капиллярной пайки «Размеры мест соединения и контроль».
- DIN 2856, ч.10 — Фитинги для капиллярной пайки «Внутренняя поверхность»
- DIN 2856, ч.10 — Фитинги для капиллярной пайки «Габариты выбранной формы»
- DVGW — Трудовой лист GW 6 «Фитинги для капиллярной пайки из меди и ее сплавов, переходные фитинги из меди и ее сплавов; требования и предписания к контролю»
- DVGW — Трудовой лист GW 8 «Фитинги для капиллярной пайки из медных заготовок в форме труб; предписания по контролю»
- RAL — «Гарантия качества труб из меди, распространяющаяся на фитинги для капиллярной пайки, предписания по качеству и контролю» RAL RG 641/1 Организация контроля качества труб из меди для присвоения знака качества RAL.

Согласно DIN 2856, производятся фитинги размером номинального диаметра до 108 мм. Материал для фитингов: медь (SF-Cu, DIN 1787) (Дезоксидированная фосфорсодержащая медь), сплав меди – бронза (G-CuSn5ZnPb, DIN 1705). Не исключаются другие материалы с эквивалентными свойствами, но в Германии допускается к использованию только медь и ее сплавы – бронза и латунь. Из латуни

изготавливаются соединительные детали и удлинители для кранов, согласно стандарту DIN 3523 и DIN 17660 из CuZn39Pb2.
Для обеспечения необходимого капиллярного зазора между поверхностями установлены узкие границы допуска на отклонение от заданного диаметра фитинга. Максимальная посадочная глубина ограничивается свойствами места соединения с трубой. Переходные фитинги должны иметь конусную наружную или цилиндрическую внутреннюю резьбу, согласно DIN 29999, а также иметь необходимые места для доступа монтажного инструмента. Этим же стандартом установлена минимальная толщина стенок и требования к контролю производства фитингов. Изгибы на 90° должны иметь минимальный радиус R= 1,2 D, где D – внешний диаметр.

В соответствии с DIN 2856 маркировка фитинга включает: характеристику типа, номер артикула и размеры мест соединения. В случае резьбовых мест соединения указывается размер резьбы. В редуцированных фитингах сначала маркируется больший, а затем меньший диметр места соединения. В Т- образных деталях на первом месте стоят большие проходные размеры, на втором – размеры отводов.
Переходные фитинги, имеющие один выход под спайку другой под резьбу, маркируются так - диаметр, потом размер резьбы. Например, 15–1/2”. На поверхности фитинга указывается клеймо или имя производителя, в зависимости от того, на сколько позволяет размер, как минимум должно быть клеймо. Требования к маркировке – разборчивая и сохраняющаяся со временем.
В DIN 2856, ч.10 установлены требования к качеству внутренней поверхности – отсутствие углеродной пленки и вытяжных веществ. Допустимая максимальная величина содержания углерода составляет 1,0 мг/дм².

Отдельное описание к требованию методов контроля для фитингов описано в DIN 2856, ч.10, пункт 3. Это, как и у труб, тест HNO_3 – проверка отсутствия углеродной пленки. Данный тест является основным критерием качества для изготавливаемых фитингов, поскольку играет большую роль в предотвращении коррозии.
Организация контроля качества изготовления RAL также имеет свои требования к качеству производимых фитингов и присваивает им свой знак качества. Это более жесткие требования, чем DIN 2856, ч.10, например, наличие углерода не более 0,5 мг/дм². Подчеркивается необходимость дополнительных независимых проверок производства и качества изготовления. Фитингам, соответствующим нормам требований RAL, присваивается знак качества RAL.
Кроме прочего DIN 2856, ч.11 определяет установочные размеры Z для самых важных частей поверхности фитинга.

1.3. Температуры и давления для мест соединений.

Допустимое значение давления зависит от температуры, но в первую очередь зависит от типа соединения. Максимальная температура рабочей среды для самих деталей – фитингов, труб и пр. из меди типа SF-Cu составляет 250°C.

Ниже приведена таблица №5 с рабочими параметрами медных труб и их соединений (без фитингов) согласно DIN 1786, при температурах рабочей среды до 100°C. Предел прочности на растяжение для труб из меди составляет R_m = 200 Н/мм².

Диаметр х толщина стенки, мм	Вес 1го метра, кг	Внутренний объем ж-ти, м/л	Длина трубы содержащей 1 л. ж-ти, м	Допустимое рабочее давление, бар	
				для труб и для мест соединений труб без фитингов - сваркой	для мест соединений труб без фитингов – твердой пайкой
6 x 1	0,140	0,013	79,58	229	200
8 x 1	0,196	0,028	35,37	163	143
10 x 1	0,252	0,050	19,89	127	111
12 x 1	0,308	0,079	12,73	104	91
15 x 1	0,391	0,133	7,53	82	71
18 x 1	0,475	0,201	5,00	67	59
22 x 1	0,587	0,314	3,18	54	48
28 x 1,5	1,110	0,500	2,04	65	57
35 x 1,5	1,410	0,804	1,24	51	45
42 x 1,5	1,700	1,195	0,84	42	37
54 x 2	2,910	1,963	0,51	44	38
64 x 2	3,467	2,287	0,35	37	32
76,1x 2	4,144	4,083	0,25	31	27
88,9x 2	4,859	5,661	0,18	26	23
108 x 2,5	7,374	8,332	0,12	27	24
133 x 3	10,904	12,668	0,08	26	23
159 x 3	13,085	18,385	0,05	22	19
219 x 3	18,118	35,633	0,03	16	14
267 x 3	22,144	53,502	0,02	13	11

Табл. 5.

Рабочие параметры для соединений труб с помощью фитингов для пайки, согласно DIN 2856 – таблица №6.

Способ пайки	Припои	Рабочая температура, °C	Рабочее давление для места пайки, Бар		
			Ø 6-28 мм	Ø 35-54 мм	Ø 64-108 мм
Мягкий	S-Pb50Sn50 S-Sn97Cu3 S-Sn97Ag3	30	40	25	16
		65	25	16	16
		110	16	10	10
Твердый	L-Ag2P (2Ag/91.8Cu/6.2P) L-CuP6 (93.8Cu/6.2P) L-Ag40Cd (40Ag/20Cd/19Cu/21Zn) L-Ag45Sn (45Ag/27Cu/3Sn/25Zn)	30	40	25	16
		65	25	16	16
		110	16	10	10

Табл. 6

Соединения, на основе мягкого припоя, могут длительно переносить температуру рабочей жидкости до 110°C. Кратковременные превышения данной температуры, не оказывают отрицательного воздействия на прочность и герметичность соединения. При более высоких рабочих температурах, чем 110°C рекомендуется осуществлять соединения посредством твердой пайки или сварки.
Трубы, которые в заводских условиях армируются изоляцией на основе ПВХ или теплоизоляцией – полиуретаном, могут выдерживать температуры до 100°C.
Расчет рабочего давления и толщины стенок производится согласно “Памятному листу AD (Схема последовательности операций): B0- Расчет напорного резервуара и B1- Цилиндры и сферические детали под действием внутреннего избыточного давления”. Допустимое рабочее давление вычисляется по следующей формуле:

$$p_в = 20 \cdot R_m \cdot s \,/\, [(d_a - s) \cdot S] \qquad (1)$$

где $p_в$ - максимально допустимое рабочее давление, Бар;
20 - поправочная константа, Бар;
R_m - прочность, Н/мм²;
s - толщина стенки, мм;
d_a - внешний диаметр, мм;
S - коэффициент прочности, Н/мм².

Из формулы (1) рассчитывается толщина стенки:

$$s = d_a \cdot p_в \,/\, [20 \cdot (R_m / S) + p_в] \qquad (2)$$

Следуя DIN 2856, места спайки проходят проверку. При диаметрах до 54 мм они должны выдерживать внутреннее избыточное давление в 80 бар, свыше 54 мм – до 40 бар. Допустимое рабочее давление в месте соединения, в зависимости от типа пайки, рабочей температурой и пр. параметров установлено нормами DIN 2856, и в полном объеме охватывает общепринятые условия эксплуатации бытовой техники (см. табл. №6). В случае использования более высоких рабочих давлений или промышленного назначения, нормами DIN 2856 рекомендуется руководствоваться указаниями производителей фитингов и припоев.

2. Монтаж.

В данном разделе изложено краткое описание и разъяснение техники монтажа. В добавление к этой информации необходимо соблюдать требования информационного издания “Соединения медных труб”, в котором данная техника представлена более подробно.
Для монтажа медных труб в газопроводах и трубопроводах для сжиженного газа согласно TRGI '86 и TRF 1988, а также в трубопроводах для питьевой воды DIN 1988 - действуют установленные требования в Трудовом листе DVGW GW2 “Соединения медных труб в системах газопроводов и водопроводов в помещениях и грунте”. Для других установок, например, в системах отопления, сжатого воздуха, жидкого топлива и др., требования GW2 не используются.
Требования Трудового листа DVGW GW2 считаются общепризнанными правилами технологии монтажа медных труб и применимыми ко всем областям данного руководства.
Следующим документом с требованиями является Памятный лист DVS 1903, ч.1 и ч.2.

2.1. Неразъемные соединения.

Неразъемные соединения получаются следующими способами: пайкой твердым и мягким припоем, сваркой, прессованием и резьбовыми не поддающихся демонтажу.
В медных трубопроводах чаще встречается, несмотря на интенсивный рост применения пресс технологии, соединения полученные пайкой твердым или мягким припоем, доказавших свою надежность десятилетиями эксплуатации. Процесс пайки не трудоемок, не требует больших затрат и осуществляется без каких либо проблем. Но для этого необходимо соблюдать все правила и предписания, указанные ниже.
Соединения, производимые мягкой или твердой пайкой являются капиллярными, т.к. опираются на эффект капиллярности.
Это означает, что зазор между трубой и фитингом должен быть именно таким узким и равномерным, чтобы происходило точное «засасывание» необходимого количества расплавленного припоя, т.е. проявлялся капиллярный эффект. Для этого необходимо использовать трубы соответствующие нормам DIN 1786 и DIN 59 753 и фитинги, согласно DIN 2856.
Зазор между внутренним и внешним диаметром места спайки должен составлять минимум 0,02 мм и максимум 0,30 мм. При диаметрах более 54 мм – 0,03…0,40 мм.
Квалифицированная подготовка и правильная последовательность монтажа существенно влияет на надежность функционирования системы.

2.1.1. Подготовка мест соединения для капиллярной пайки мягким или твердым припоем.

Подготовка начинается с момента отрезания трубы необходимой длины.

- Труба должна быть отрезана строго **под прямым углом** по отношению к ее оси.
- Необходимо **удалить заусенцы**, образующиеся в месте отрезания. Заусенцы могут способствовать сужению проходного сечения и вызывать нарушение структуры потока рабочей жидкости, создавать понижение давления и провоцировать возникновение коррозии.
- Концы мягких труб и деформированные концы необходимо **откалибровать** для обеспечения необходимого равномерного капиллярного зазора.
- Спаиваемые поверхности трубы и фитинга должны быть **зачищены до металлического блеска** (удаление оксидной пленки). Для этого применяются не содержащие металлов войлочные губки у труб и мягкие стальные ершики, для внутреннего диаметра, у фитингов (каждому диаметру соответствует соя щетка), или наждачные бумаги – зернистостью не более 240. Из-за отсутствия металлов в своем составе предпочтительнее использовать войлочные губки.

При монтаже соединений труб армированных в заводских условиях изоляцией необходимо соблюдать все рекомендации производителя. После опрессовки, места соединения так же должны быть изолированы. Для этого производятся специальные элементы изоляции, повторяющие контур поверхности места соединения, например: уголки, Т- образные и др. При использовании труб с изоляцией от образования влаги - конденсата (см. раздел 4.1.2.) на поверхности труб, для мест соединения необходимо применять специальные элементы изоляции такого же назначения.

2.1.2. Мягкая - низкотемпературная пайка, припои и флюсы.

«Мягкая» пайка считается низкотемпературной пайкой, при рабочей температуре до 450°C. Соединения на основе мягких припоев допускается использовать в

трубопроводах с горячей и холодной водой, а также в системах отопления, с рабочей температурой до 110°С. В газопроводах, трубопроводов для сжиженного газа и жидкого топлива не разрешается использовать низкотемпературную, «мягкую» пайку. Соединения на основе мягких припоев необходимо осуществлять при помощи флюса.

Задача флюса заключается в смачивании и предохранении появления оксидов на поверхности мест соединений при нагреве. Вследствие этого флюс средства всегда агрессивны к металлам.

Флюсы должны приготавливаться таким образом, чтобы начинали реагировать на температуру, которая незначительно ниже рабочей температуры пайки, т.е. температура при которой флюс начинает свое действие немного ниже, чем рабочая температура плавления припоя.

Важно обеспечить при монтаже равномерное покрытие тонким слоем флюс средства только места соединений труб или фитингов, чтобы обеспечить непопадание излишков внутрь трубопровода, хотя частичное попадание флюса в трубопровод даже при высоко квалифицированных работах неизбежно.

Поэтому, согласно DVGW – Трудовой лист GW 7 необходимо после проведения паяльных работ провести промывку трубопровода для окончательного удаления из него флюса. Это возможно благодаря тому, что флюсы поддаются растворению в воде и вымыванию. Снаружи остатки флюса удаляются влажной тряпкой.

Для низкотемпературной пайки допускаются следующие виды припоев:

F-SW 21
F-SW 22 - согласно DIN 8511 ч.2 и DVGW – Трудовой лист GW 7;
F-SW 25

Где буквы имеют следующее значение: F - флюс, S - тяжелый металл, W - мягкий припой. Цифры указывают на степень травления, которая уменьшается с увеличением цифры, например, F-SW 25 является наименее агрессивным из трех выше представленных типов.

Упаковка флюс средства (баночка или тюбик) должна иметь маркировку: обозначение производителя или поставщика, DIN 8511, характеристика типа флюса, знак DVGW с регистрационным номером и указание о применении в питьевом водоснабжении. Рекомендуется применять флюсы с дополнительным знаком качества RAL (Организация контроля за качеством производства труб из меди).

В качестве припоев, руководствуясь DVGW – Трудовой лист GW 7, для мягкой пайки рекомендуются следующие виды (особенно с точки зрения гигиены по DIN 1707): S-Sn97Cu3 (температура плавления 230…250°С) и S-Sn97Ag3 (температура плавления 221…240°С). Для трубопроводов питьевого водоснабжения разрешается использовать только эти виды припоев. Рекомендуется для других систем, например отопления, использовать эти же припои, во избежание путаницы и упрощения процесса монтажа.

Припой	Диапазон температуры плавления, °С	Рабочая температура плавления, °С
S-Sn97Ag3	221…240	230
S-Sn97Cu3	230…250	240

Табл. 8.

После нагрева места соединения до рабочей температуры необходимо подать припой и, не прилагая значительных усилий, заполнить им зазор между трубой и фитингом с помощью его плавки, при этом пламя не должно попадать на сам припой. При значительном перегреве места пайки возможно выгорание флюса и потеря его необходимых свойств.

При использовании различных припоев и флюс средств нужно обеспечивать их совместимость, т.е. некоторые виды флюсов уже включают в себя порошкообразную добавку основного состава припоя и соответственно при пайке добавка должна совпадать с припоем. Содержание порошкообразной добавки флюс средства должно составлять 60% от общего веса.
Упаковка припоя должна иметь аналогичную маркировку с флюс средством и информацию о возможности использования в системах питьевого водоснабжения.
Качественно выполненное соединение герметично и выдерживает высокие давления. При испытаниях на разрыв избыточным давлением место соединения – пайки остается герметичным, а труба разрывается. Например, для соединения с параметрами 22 х 1 (труба - жесткая) такое давление будет составлять 280 бар (DKI A 1063).
В отличие от жесткой пайки, соединения на основе мягкой всегда осуществляются с помощью фитингов. Исключением является соединение двух труб одинакового диаметра в системах отопления и питьевого водоснабжения в том случае если поверхность одной из труб подготовлена в заводских условиях, т.е. производитель гарантирует образование необходимого зазора для капиллярной пайки (раздел 2.1.2 DIN 2856) и правильную глубину этого зазора (см. табл. 7).

Внешний диаметр трубы, мм	Минимальная глубина капиллярного зазора для мягкой пайки, мм
6	7
8	8
10	9
12	10
15	12
18	14
22	17
28	20
35	25
42	29
54	34
64	35
76,1	36
88,9	40
108	50

Таблица 7. Минимальная глубина для пайки мягким припоем.

2.1.3. Твердая - высокотемпературная пайка, припои и флюсы.

Твердая пайка является высокотемпературной пайкой, при рабочей температуре выше 450°C.
Для трубопроводов питьевого водоснабжения необходимо учитывать указания по применению, изложенные в разделе 3.1. настоящего пособия.
При соединениях твердой пайкой двух медных элементов - меди с медью - с помощью припоев изготовленных на основе меди с содержанием фосфора L-CuP6 по DIN 8513, ч.1 или меди с фосфором плюс небольшое количество серебра L-Ag2P DIN 8513, ч.2 отпадает необходимость в флюс средствах, т.к. входящий в состав припоев фосфор играет роль флюса.
Если спаиваются между собой элементы из разных сплавов меди – медь с бронзой или медь с латунью – всегда необходимо использовать флюс, несмотря на присутствие в припоях фосфора. При использовании припоев с большим

содержанием серебра, которые, как правило, не содержат в своем составе фосфора, также необходимо всегда использование флюс средства, согласно DIN 8513, ч.3.
Поскольку рабочая температура плавления твердого припоя больше, чем в случае мягкой пайки, то и соответственно флюс средство отличается своим составом от флюса для мягкой пайки. И начинает действовать при более высоких температурах. Для твердой пайки используется флюс типа F-SH 1 по DIN 8411, ч.1 и DVGW – Трудовой лист GW 7. Где F - флюс, S - тяжелый металл, H - твердый припой.
Упаковка флюс средства должна иметь маркировку: производителя или поставщика, стандарт DIN 8511, тип F-SH 1, знак DVGW, регистрационный номер и указание о возможности применения для газопроводов и/или водопроводов. Также рекомендуется использовать флюс средство со знаком качества RAL.
Флюс средство для твердой пайки способно впитывать влагу, поэтому остатки флюса после завершения пайки при контакте с водой приобретают зеленый цвет, что совершенно не влияет на состояние и качество трубопровода. Для избежания образования такого налета необходимо удалить остатки флюса, например с помощью проволочной латунной щеткой.
Припой с высоким содержанием серебра может быть дополнительно обволочен флюсом и соответственно нет необходимости в нанесении флюса непосредственно на поверхности трубы и фитинга. Рекомендуется, при пайки больших диаметров, дополнительно использовать флюс средства, нанося их тонким слоем на места спаивания.
Содержащиеся требования к твердым припоям, согласно DIN 8511, ч. 1-3, представлены в таблице 8.

Твердые припои	Состав	Температуры плавления, °C	Рабочая температура, °C	Применимый флюс
L-CuP6	5.9% - 6.5% P остальное Cu	710 – 880	730	F-SH1 (кроме соединений “медь - медь”)
L-Ag2P	1.5% – 2.5% Ag 5.9% – 6.5% P остальное Cu	650 – 810	710	F-SH1 (кроме соединений “медь - медь”)
L-Ag44	43% - 45% Ag 29% - 31% Cu остальное Zn	675 – 735	730	F-SH1
L-Ag34Sn	33% - 35% Ag 35% - 37% Cu 2.5% - 3.5% Sn	630 – 730	710	F-SH1
L-Ag45Sn	44% - 46% Ag 26% - 28% Cu 2.5% - 5% Cu	640 - 680	670	F-SH1

Таблица 8. Твердые припои.

2.1.4. Соединения изготовленные в заводских условиях.

В трубопроводах систем водоснабжения и отопления могут быть использованы соединения одного диаметра или одноступенчатые переходы на другой диаметр, без использования фитингов для капиллярной пайки, по DIN 2856, на основе твердой или мягкой пайки, если внутренний конец трубы подготовлен в заводских условиях. Для мягкой пайки зазор между двумя соединяемыми поверхностями должен соответствовать условиям описанными в разделе 2.1., а глубина быть не

менее 5 мм (GW 2). Практика показывает, что оптимальная глубина составляет 7…10 мм.

Запрещается осуществлять соединения пайкой встык. Разнообразные отводы в трубе, изготавливаемые согласно DIN 2856, без использования фитингов, должны быть пригодными для осуществления соединений посредством твердой пайки. Данные отводы, в трубе, возможно, выполнить в том случае, если их диаметр меньше чем диаметр самой трубы. Требуемая глубина отвода обеспечивается путем расширения места ответвления на величину равную трем стенкам ответвляемой трубы.

В газопроводах и трубопроводах для жидкого топлива разрешаются соединения только на основе твердой пайки.

Ручное изготовление отводов с помощью специального инструмента начинается со сверления отверстия в стенке трубы. Затем из полученного отверстия отгибается кромка, длинной не менее трех кратной толщины стенки ответвляемой трубы. В процессе отгиба как правила требуется небольшой отжиг.

При изготовлении муфт и отбортовок посредством специального инструмента для трубопроводов питьевого водоснабжения запрещается использование технологических добавок, улучшающих обработку трубного материала. Как было отмечено в разделе 1.1.3., масляные отложения на внутренней поверхности трубы способны под воздействием температуры преобразовываться в пленку, содержащую углерод. Такие пленки могут под воздействием холодной воды вызывать возникновение коррозии.

Если невозможности обойтись без использования технологических добавок, для трубопроводов питьевого водоснабжения, необходимо отказаться от безфитингового соединения.

2.1.5. Сварка.

Сварка допускается при толщине стенок труб не менее 1,5 мм.

Монтаж сваркой различных трубопроводов и газопроводов должен производиться квалифицированными монтажниками (контроль сварки DIN 8561).

Среда	Правила	Способ пайки		Тип соединения					
				С фитингами, по DIN 2856		С муфтами ручного изготовления		Т-образные и косые отводы	
		Мягкая	Тверд.	Мягкая	Тверд.	Мягкая	Тверд.	Мягкая	Тверд.
Питьевая вода*	DIN 1988, DVGW GW 2	X	X	X	X	X	X	---	X
Отопление		X, до 110°C	X	X	X	X	X	---	X
Газ	TRGI' 86, DVGW GW 2	---	X	---	X	---	X	---	---
Сжиженный газ	TRF 1988, DVGW GW 2, TRR 100	---	X	---	X, до 35x1,5	---	---	---	---
Жидкое топливо	TRbF, DIN 4755 ч.2	---	X	---	X	---	---	---	---

Таблица 9. Правила для разных способов монтажа. ***При монтаже систем питьевого водоснабжения необходимо соблюдать требования указанные в разделе 3.1.**

Для соединений труб диаметром более 108 мм нет необходимости в фитингах, т.к. они монтируются преимущественно сваркой. Соответственно нет необходимости в требованиях к допускам наружного диаметра труб (диаметром более 108 мм) для образования капиллярного зазора.

При сварке форму стыка необходимо выполнять в виде бесконечного соединения (I – шов по DIN 8552, ч.3). При монтаже сваркой разветвленных трубопроводов для мест отводов предусмотрены специальные фитинги – колена из меди по DIN 2607. Рекомендуется при подборе таких фитингов уделить внимание соответствию их стандарту размеров DIN 2607 стандарту размеров для труб DIN 1786. Такие фитинги входят в список допущенных к использованию и, согласно решению специальной комиссии DVGW «Трубы им их соединения».
Для соединения труб используются такие виды сварки как:

- WIG (вольфрамово-межгазовая);
- MIG (металло-межгазовая);
- Автогенная (ацетилен кислородная).

Необходимые сварочные материалы выбираются с помощью таблицы №10.

Сварочный припой	Состав	Диапазон плавления	Тип сварки
S-CuAg	99% Cu, 1% Ag	1070 – 1080 °C	газовая, вольфрамогазовая, металлогазовая
S-CuSn	98% Cu, 2% Sn	1050 – 1075 °C	газовая, вольфрамогазовая, металлогазовая

Таблица 10. Сварочные материалы, согласно DIN 1733, для меди.

2.1.5. Резьбовые соединения.

Как правило, резьбовые соединения в медных трубопроводах встречаются достаточно редко. В основном такой вид соединения используется у переходных фитингов - переход от резьбы на пайку, например при необходимости подключения арматуры. Такой способ соединения играет придаточную роль, и подробно рассматриваться не будет.

2.1.6. Компрессионные соединения.

Разъемные соединения применяются для подключения приборов, а также для подсоединения к медным трубам труб из другого материала. Тип соединения и область применения указаны в таблице 11.

Тип соединения	Питьевая вода	Газ	Сжиженный газ (TRF-область) (6)	Отопление	Жидкое топливо
Резьбовое коническое/коническое коническое/шарообразное плоскогеометрическое	Без ограничений	Без ограничений	Только для подключения арматуры и приборов, при наличии регистрационного знака DIN/DVGW или DVGW	Без ограничений	Только по DIN 25
Резьбовое – компрессионное с обжимным металлическим кольцом (1)	Без ограничений	Только при наличии регистрационного знака DIN/DVGW или DVGW	Только для подключения арматуры и приборов, при наличии регистрационного знака DIN/DVGW или DVGW	Без ограничений	Только по DIN 25
Резьбовое, на	Не	Не разрешено (4)	Возможно (5)	Возможно	Возможн

основе резьбонарезного кольца (1)	разрешено (4)				о (7)
Резьбовое мягкоуплотняющее (2)	Без ограничений	Только при наличии регистрационного знака DIN/DVGW или DVGW	Только для подключения арматуры и приборов, при наличии регистрационного знака DIN/DVGW или DVGW	Без ограничений	Только по DIN 25
Сцепление труб (3)	Без ограничений	Только при наличии регистрационного знака DIN/DVGW или DVGW	Только для подключения арматуры и приборов, при наличии регистрационного знака DVGW	Без ограничений	Не разрешено
Фланцевые соединения	Без ограничений	Без ограничений	Не разрешено	Без ограничений	Без ограничений

Таблица 11. Разъемные соединения – типы и область применения.

(1) для мягких труб только с опорными втулками;
(2) необходимо оставлять доступ к месту соединения (не замоналичивать);
(3) только для труб в прямых отрезках;
(4) монтаж, например подключение приборов, разрешен только при наличии регистрационного знака DVGW;
(5) возможно применение только при наличии разрешения DVGW для сжиженного газа;
(6) при применении по TRR 100 необходимо соблюдать особые предписания;
(7) разрешено только по DN 25, а в системах отопления только по DN 32;

Для надежности данных способов соединений необходимо обеспечить четкую фиксацию трубопровода, стараться минимизировать действие внешних сил в осевом направлении на места соединения трубопроводов.
Для мягких труб соединяющихся при помощи компрессионных типов соединений, посредством обжимного кольца, необходимо использовать опорную втулку для укрепления стенок трубы в месте соединения. Для жестких и полужестких труб такое требование недействительно.

Разрешены следующие фланцевые соединения:
- Резьбовое фланцевое, на основе фланца для пайки из медного сплава;
- Резьбовое фланцевое, на основе отогнутого фланца из меди и свободного фланца из стали по DIN 2641 или DIN 2642;
- Фланцевое с напаянным кольцом из сплавов меди и свободного фланца из стали по DIN 2641 или DIN 2642.

Изготовление вручную, посредством отбортовки, фланцевой кромки не допускается. Соединение имеющие мягкие уплотнения должны быть доступными, в случае скрытой установки нужно предусмотреть смотровые отверстия.

2.1.7. Сгибание.

Мягкие медные трубы (коэффициент прочности F22) возможно сгибать вручную. Радиус сгиба должен соответствовать шести – восьмикратному диаметру трубы, чтобы не было образования сужений и изломов в области сгибания. Изгибы с более меньшими радиусами (r = 3…6 d) возможно осуществлять при помощи простых приборов – трубогибов или так называемых цанг. Такие же требования и к трубам,

производимым в заводских условиях с изоляцией. Более подробная информация представлена в таблице №12.

Трубы из меди	Жесткость	Диаметр	Способ гибки	Радиус сгиба
Неизолированные, по DIN 1786	Мягкие (F22)	< = 22 мм	Холодная - вручную - инструментом	 r_{min} = 6…8 d r_{min} = 3…6 d
	Жесткие (F37)	< = 15 мм < = 18 мм	Холодная и с нагревом – инструментом	r_{min} = 3,5 d r_{min} = 4 d
	Жесткие (F37)	> 22 мм	Холодная и с нагревом – инструментом	r_{min} = 4…5 d
Изолированные в заводских условиях по DIN 1786	Мягкие (F22)	< = 22 мм	Холодная - вручную - инструментом	 r_{min} = 6…8 d r_{min} = 5…5,5 d
	Жесткие (F37)	< = 18 мм	Холодная – инструментом	r_{min} = 5…5,5 d
Изолированные в заводских условиях по DIN 59 753	Мягкие (F22)	< = 18 мм	Холодная - вручную - инструментом	 r_{min} = 10 d r_{min} = 5…5,5 d

Таблица 12. Правила сгибания труб из меди.

Жесткие медные трубы (F37), производимые в прямых отрезках – штангах, диаметром до 15 мм, должны сгибаться с помощью инструмента для гибки труб, если его радиус сгибания как минимум соответствует величине указанной в табл. 12. Для труб диаметром 18 мм и более предусмотрено несколько вариантов сгибания: инструментом для гибки труб (разрешенным производителем труб), так же инструментом после малого отжига места сгибания у трубы и при помощи кварцевого песка. Необходимо наполнить трубу тонко просеянным сухим кварцевым песком, нагреть и при темно-красном цвете накалившейся поверхности провести сгибание (слишком сильный нагрев может привести к образованию окалины и возможному прилипанию формовочного песка). Наиболее рациональным считается способ холодной гибки посредством инструмента - трубогиба.
Для трубопроводов питьевого водоснабжения важно соблюдать правила и требования раздела 3.1.

3. Область применения труб из меди.

Медные трубопроводы успешно применяются в большинстве существующих областях бытового использования. В последующих разделах представлена более подробная информация о системах питьевого водоснабжения, отопления, теплых полов, газоснабжения и жидкого топлива. В этих разделах детально освещены вопросы особенностей применения медных трубопроводов с учетом области использования.
Возможно использование данных рекомендаций и для других областей, но с учетом соответствующих правил. Например, для транспортировки медными трубопроводами медицинских и технических газов, существует подробное издание DKI (Немецкого Института Меди) – «Применение медных труб в установках по снабжению медицинскими газами».

3.1. Системы питьевого водоснабжения.

Существует следующее определение понятия питьевая вода, согласно DIN 4046, это вода для использования человеком и удовлетворения его нужд, обладающая всеми качественными особенностями - соответствующими действующим предписаниям, в частности, «Предписанию по питьевой воде», DIN 2000 и DIN 2001.
Установка системы для питьевой воды осуществляется по DIN 1988 (TRWI). Системами питьевого водоснабжения, согласно DIN 1988, ч.1, считаются все трубопроводы и/или приборы, элементы его составляющие, обеспечивающие подачу воды в резервуары для обработки и потребления питьевой воды, входящие в центральные и/или индивидуальные системы водоснабжения. В нормативных документах указаны точные разграничения.
В системах питьевого водоснабжения не рекомендуется, с целью антикоррозийной защиты, производить обработку воды в какой-либо форме.
Существует множество бактерий возбудителей, способных размножаться в системах снабжения подогретой питьевой воды. Поэтому трубопроводы должны монтироваться с учетом требований Трудового листа DVGW W551 «Системы подогрева питьевой воды; трубопроводы для питьевой воды; технические меры для уменьшения роста числа бактерий возбудителей».
Обязательное предписание для трубопроводов питьевого водоснабжения AVB – Wasser V (требования к общим условиям по снабжению водой) действует для всех элементов трубопровода, а значит и к самим трубам, к ним выдвигаются требования по изготовлению с соблюдением признанных правил и технологий. В предписании отмечено, что наличие маркировки знаком качества признанной контрольной службы, подтверждает выполнение данных требований.
Медные трубы, соответствующие данным требованиям, разрешены к использованию в трубопроводах холодного и горячего питьевого водоснабжения.
Медь, как материал, пригодна для питьевой воды без каких либо ограничений, если питьевая вода соответствует требованиям и условиям DIN 50930. Важной величиной является значение показателя pH воды, который согласно требованием должен быть в пределах 6,5…9,5. Кроме этого вода должна быть нейтральной к содержанию свободных углекислот, согласно DIN 50930, ч.5 коэффициент содержания свободных углекислот в воде $K_{в\ 8,2}$ не должен превышать 1,00 mol/m³. Для систем центрального водоснабжения данные по показателям pH и $K_{в\ 8,2}$ должны предоставляться службами водоснабжения, а в отдельных или индивидуальных системах предоставляются местными службами.
Минимально допустимый номинальный внутренний диаметр труб для систем питьевого снабжения, по DIN 1988, ч.3, составляет DN 10 (соответствует медной трубе 12x1). Часто используемые трубы с параметрами 15x1 соответствуют значению DN 12.
Инженерам, проектировщикам и монтажникам настоятельно рекомендуется использовать только те трубы, которые прошли контроль DVGW и имеют маркировку знаком качества DVGW. (См. также раздел 1.1.4).
Для соединения медных трубопроводов в системах холодного и горячего питьевого водоснабжения действуют правила указанные в Трудовом листе DVGW GW 2 и информационном издании 159 «Соединения медных труб». (Частично эти правила приведены в разделе 2 данного руководства.) Существенным является следующее – так как при твердой пайке используются температуры более 400°C, то возможно образование неблагоприятных с точки зрения гигиены окалины и пленки на внутренней части трубопровода.
Поэтому в медных трубах для питьевого водоснабжения диаметром до 28 мм включительно разрешается осуществлять соединения только низкотемпературной пайкой – мягкой пайкой. А также для труб с данными диаметрами не рекомендуется

отжиг для сгибания или изготовления раструба. Соответственно у труб диаметром больше 28 мм таких ограничений нет.
Требования о правилах монтажа, крепления и пуска системы в эксплуатацию содержатся в разделе 4. Необходимо соблюдать все требования указанные в разделе 4 для систем питьевого водоснабжения, за исключением подраздела 4.4.2.

3.2. Системы использования дождевой воды.

В настоящее время наблюдается рост значимости систем использования дождевой воды. В таких системах успешно применяются трубы из меди соответствующие DIN 1786. Необходимо учитывать все требования указанные в подразделе 3.1. относящиеся к мягкой пайке.
Нормы DVGW, twin 5193 несут в себе общую информацию относительно систем дождевой воды. В инструкции ZVSHK: «Системы использования дождевой воды» написаны четкие требования к проектированию, монтажу, эксплуатации и уходу за данными системами, которые необходимо соблюдать. Установка и монтаж таких систем возможен только лишь специальными предприятиями.

3.3. Системы отопления.

3.3.1. Тепломагистраль.

В системах отопления разрешается использовать трубы меди соответствующие DIN 1786 и DIN 59 753.
Технология монтажа соединений выполняется согласно нормам Трудового листа DVGW GW 2. Используется пайка как твердым так и мягким припоями. Необходимо соблюдать все требования раздела 4, за исключением 4.4.1. и 4.5.
Для систем теплых полов рекомендуются медные трубы со специальной изоляцией или специальные системы, изготавливаемые производителями, с учетом требований и инструкций производителя.

3.3.2. Трубопроводы жидкого топлива.

Для монтажа и эксплуатации отопительных систем, работающих на жидком топливе, действуют «Технические правила для воспламеняющихся жидкостей» TRbF, указанные в листе №231, часть 1, разрешающие использование труб из меди для транспортировки жидкого топлива. Материал труб должен быть SF-Cu, по DIN 1787. Обязательно должна быть маркировка знаком качества DVGW. Разрешается использовать трубы со следующими параметрами прочности: F20, F22 и F25, по DIN 17671. Разрешается применение мягких труб (F22), производимых в бухтах, совместно с фитингами для капиллярной пайки, соответствующих DIN 2856, не требуя при этом дополнительных подтверждений о соответствии качества.
Медные трубы допускается прокладывать под землей (см. раздел 4.1.1). Предписания для обработки и монтажа трубопроводов для систем жидкого топлива содержатся в DIN 4755, ч.2. Соответственно с этими предписаниями разрешается для осуществления соединений использовать только высокотемпературную пайку – твердым припоем. При этом указываются к применению следующие припои: L-Ag45Sn, L-Ag34Sn, L-Ag2P и L-CuP6. Технология выполнения соединений представлена в нормативах Трудового листа DVGW GW2.
Использование резьбовых компрессионных фитингов, согласно DN 25, не разрешается. При монтаже необходимо учитывать требования раздела 4 с 4.1.2 по 4.1.8.

3.4. Газопроводы.

3.4.1. Городской и природный газ.

Установка газопроводов осуществляется согласно «Техническим правилам для газопроводов 1986» по нормам DVGW-TRGI'86. Соответственно с этим, для газопроводов разрешается применять медные трубы по DIN 1786 и согласно Трудовому листу DVGW GW 392.
Трубопроводы могут иметь наземную, подземную и внутреннюю установку. Для прокладки на земле или под землей используются трубы с дополнительной внешней антикоррозионной изоляцией (например WICU®) устанавливаемой производителем труб, а также трубы с антикоррозионной лентой, если выполняются требования DIN 30 672 для класса нагрузки B.
Относительно способов соединения действуют нормы Трудового листа DVGW GW 2, которое *запрещает использование низкотемпературной пайки* – мягким припоем. Соединения труб разрешается *только с использованием муфт и фитингов.* Предписания и требования, подробно изложены в разделе 2 информационного издания DKI i 159, относящиеся к трубопроводам городского и природного газоснабжения.
Для газопроводов допускается сочетание в одной системе различных металлов и материалов в любой последовательности, согласно DVGW-TRGI'86, поэтому можно игнорировать требования в подразделах 4.4 и 4.1.3. Но необходимо строго соблюдать все остальные замечания раздела 4.

3.4.2. Трубопроводы жидкого газа.

Трубопроводы сжиженного газа для бытовой техники на 50 мбар должны отвечать требованиям «Технические правила для сжиженного газа 1988» TRF 1988, согласно которым разрешается использовать медные трубы соответствующие DIN 1786. Так же необходимо выполнять предписания подраздела 3.3.1.
Для систем использующих баллоны со сжатым сжиженным газом с рабочим давлением более 0,1 бар – действуют правила TRR 100.
Требования к прочности материала установлены в VdTűV, лист 410, согласно которому разрешается использовать трубы прочностью F 37 со специальной маркировкой и указанием в сопровождающей инструкции от производителя области применения.

4. Проектирование, прокладка и ввод в эксплуатацию.

4.1. Прокладка труб.

4.1.1. Монтаж.

Важно трубопровод прокладывается таким образом, чтобы всегда было возможно, при необходимости, легко установить его тип. При больших масштабах системы с многочисленными разветвлениями подвидов трубопровода с различными рабочими жидкостями и газами рекомендуется использовать цветную маркировку по DIN 2403.
В обычных бытовых системах с относительно небольшим количеством подвидов трубопровода, как правило, запорная арматура снабжена информационно указывающими табличками, помогающими быстро найти необходимый трубопровод и таким образом предотвращающих различные ошибки при техническом

обслуживании. При монтаже различных трубопроводов друг над другом на одной плоскости (стене), необходимо устанавливать ниже тот, у которого наиболее вероятно образование конденсата в процессе эксплуатации. Особенно данное требование необходимо учитывать при прокладывании труб газопроводов, т.к. важно чтобы не было попадания капель воды и влаги на них. Несмотря на то, что для медных труб конденсата и влага не страшны, с точки зрения стойкости к воздействию коррозии, данные требования должны выполнятся. В случае параллельного прокладывания друг над другом двух газопроводов, например, один с газом для больницы, другой газ для лаборатории, ниже должен быть установлен тот у которого более тяжелый газ, а выше с более легким газом.

Прокладка трубопроводов с питьевой водой или различными рабочими жидкостями должна обеспечивать избегание образования воздушных пробок.

Согласно правилам DIN 1988, ч.2, в трубопроводах питьевого водоснабжения необходимо устанавливать фильтр, по DIN 19 632, непосредственно после водосчетчика. Системы напорных водопроводов (стояки) должны иметь запорные и впускные краны, но при малом водорасходе (в небольших коттеджах) это требование может не соблюдаться. В многоэтажном здании на каждом этаже и в каждой отдельной квартире устанавливаются запорные краны. Данные запорные устройства должны быть легко доступными. Эти же требования относятся и к трубопроводам с питьевой водой, согласно нормам DIN 1988, ч.2, а также они должны иметь указывающую табличку о типе трубопровода. Отдельно указывается в DIN 1988, ч.4, пункт 3.5, о том, что вода, которая длительное время простояла в трубопроводе теряет свои питьевые качества.

Этот аспект, с точки зрения гигиены, является очень важным если речь идет о питьевом водоснабжении. Так же длительный застой жидкости может способствовать при соответствующих обстоятельствах, возникновению коррозии. Таким образом, с точки зрения гигиены и избежания коррозии, нужно предотвращать длительное время застоя воды в трубопроводе, особенно важно обратить внимание на то, чтобы перерыв между моментом наполнения трубопровода жидкостью и моментом его пуска в эксплуатацию не был слишком длительным. В случае длительного застоя жидкости в трубопроводе, необходимо промыть всю систему до полного обновления воды в ней.

При проектировании рекомендуется избегать внешней прокладки трубопроводов с тем, чтобы избежать дополнительных затрат на теплоизоляцию труб, например, с горячей водой. Так же не рекомендуется внешняя установка труб с холодной водой из-за возможного замерзания в зимний период времени. Если *трубопровод прокладывается в земле необходимо учитывать глубину промерзания почвы.* Ранее, правилами предусматривалась глубина 0,8 м, теперь, согласно новым требованиям, глубина прокладывания в почве должна быть как минимум 1,5 м.

Прокладывание трубопровода под землей осуществляется с учетом требований определенных в DIN 19630. Трубы по всей своей длине устанавливаются в траншеи, во избежание повреждения необходимо обеспечить при засыпании трубопровода отсутствие камней, как минимум на расстоянии 30 см от вершины труб. Засыпать нужно слоями, хорошо утрамбовав их. Над траншеей рекомендуется обозначить опознавательную дорожку, для облегчения возможных в будущем земельных работ.

При монтаже трубопроводов питьевого водоснабжения под землей необходимо прокладывать трубы по возможности наиболее коротким путем и по возможности горизонтально-прямолинейным отрезком. Если трубопровод с питьевой водой располагается вблизи канализационного трубопровода (на расстоянии до 1 м), то согласно правилам DIN 1988, ч.2, трубопровод для питьевой воды должен прокладываться поверх канализационного. Расстояние между другими трубопроводами или кабелями должно быть не менее 0,2 м. Если нет возможности

для выполнения данного требования, то необходимо принять специальные меры по дополнительной защите, например, трубопровод для питьевого снабжения можно проложить в специальной изолирующей трубе. Как само собой разумеющееся, *запрещается* прокладывание трубопроводов питьевого водоснабжения через фекальные, сточные каналы и ямы, шахты канализации и т.п.

Для газопроводов подземного способа проложения принципиально действуют те же основные правила, изложенные выше для питьевых трубопроводов. Плюс требование DVGW Трудовой лист G 462/1 – нельзя производить надстройки или какие-либо изменения в уже проложенном газопроводе. Если все-таки этого нельзя избежать, то необходимо соблюдать правила DVGW Трудовой лист G 459.

Трубопроводы с сжиженным газом установленные под землей должны иметь, согласно правилам TRF 1988, минимальное перекрытие 60 см. Их нельзя класть в перегнойных слоях почвы и в шлаках. Если все же монтаж осуществляется в таких условиях, то вокруг труб на расстоянии 10 см необходимо сделать песочную подушку. Предпринять все меры для избежания передачи на трубопровод каких-либо механических нагрузок. Запрещено производить надстройки или изменения в уже проложенном трубопроводе. Расстояние электропроводок должно составлять как минимум 80 см, при наличии специальных защитных устройств (прокладка в бетонном коробе) расстояние может быть уменьшено до 50 см. Расположение газопровода должно быть обозначено на указательных табличках и масштабном плане сети.
Проложенные под землей трубопроводы для жидкого топлива должны быть защищены от возможных повреждений, например, от механического или химического воздействия, согласно правилам TRbF 231 и DIN 4755, ч. 2, а также проложен в гидроизоляционном коробе или трубе.

4.1.2. Защита от внешних воздействий.

Медь, как материал для труб, изначально имеет высокую устойчивость против коррозии и не требует дополнительных мер по антикоррозионной защите. При необходимости (DIN 50929, ч.1-3) для защиты от внешнего агрессивного коррозионного воздействия может быть предпринято следующее:

А) Для трубопроводов проложенных под землей:
- Дополнительная антикоррозионная защита посредством вяжущего материала или усадочного шланга класса нагрузки А для некорродирующих днищ. Для арматуры, трубных соединений и фитингов можно применять усадочные шланги класса нагрузки С.
- Антикоррозионная защита, выполненная в заводских условиях – полимерная обшивка (изоляция) соответствующая DIN 30672, класс нагрузки В.
  Согласно TRGI'86, требования DIN 30672, класс нагрузки В, выполняются при удовлетворении следующим требованиям: беспоритость, специфическое сопротивление обшивочного покрытия, сопротивление вдавливанию, устойчивости при ударах, удлинение при разрыве и прочность в момент разрыва.

Б) Для монтажа открытого трубопровода:
- наружная прокладка труб – помимо покраски, предъявляются требования по DIN 55928, часть 1-7. Для выбора материала и способа покрытия необходимо руководствоваться соответствующими правилами, изложенными в DIN 55928, часть 5.

- Внутренняя прокладка труб – может использоваться антикоррозионный вяжущий материал и усадочные шланги класса нагрузки А.

В трубопроводах питьевого водоснабжения, проложенных под землей, необходимо предпринять меры для предотвращения образования гальванических элементов. Поэтому – если речь идет о проточных металлических трубопроводах – необходимо использовать изоляцию, соответствующую DIN 3389. Данные изоляционные изделия должны иметь маркировку в виде контрольного знака DIN-DVGW с указанием регистрационного номера, а также отличительную зеленую окраску, указывающую на область использования – питьевая вода.
Медь характеризуется хорошей устойчивостью против коррозии в условиях пребывания в почве. Исключения, при которых требуется наружная защита от коррозии, наблюдаются очень редко, например, при наличии в почве торфа. Правила DIN 1988, часть 7, содержат предписания по применению труб из недрагоценных металлов, например, стали, во избежание гальванических элементов, а в качестве дополнительных мер по безопасности к электрическим разъемам необходимо использовать медные трубы с полимерной обшивкой (изоляцией). Данная изоляция должна соответствовать требованиям указанным выше - в подразделе А).
Открытые трубопроводы из меди обычно не требуют дополнительной антикоррозионной защиты, даже если окружающая среда сильно влажная. Как правило, тоже относится и к трубопроводам открытого способа проложения вне помещения. Но если речь идет об открытых газопроводах, проложенных вне помещения, то согласно правилам TRGI'86, для обеспечения более высокой безопасности, необходимо обязательно принимать меры по обеспечению дополнительной антикоррозионной защите, даже если используются трубы из меди. В таком случае выполняются все требования указанные в А) и Б). Необходимо избегать механических повреждений в процессе монтажа, особенно это относится к газопроводам. Трубопроводы с сжиженным газом не должны замерзать в зимнее время.
В редких случаях, когда медные трубопроводы монтируются в агрессивной среде, меры по антикоррозионной защите осуществляются согласно пункту А). Агрессивная среда – это, например, помещение с аккумуляторными батареями или гальваникой, а также ярко выраженные среды, содержащие аммоний, нитриты или сульфиды, которые встречаются в сельских условиях – животноводческие фермы, бойни.
При скрытом монтаже под штукатуркой из известкового раствора, извести или гипса, антикоррозионная защита не требуется. Исключением являются смеси содержащие добавки аммония – антифриза.
Рекомендуется избегать постоянного воздействия влаги на трубопроводы, даже если они из меди. Но если в монтируемых помещениях заранее известно о повышенной влажности (бассейн, сауна или баня), то необходимо принять меры соответствующие требованиям в пунктах А) и Б).
В газопроводах , проложенных под землей, правилами TRGI предусмотрено наличие изоляции, согласно DIN 3389, рассчитанных на рабочую среду газ. Они должны как минимум иметь маркировку “GT”. В газопроводах требуется электроизоляция при наличии подземных электрических разъемов.
Установка открытых медных трубопроводов для сжиженного газа не требует какой-либо дополнительной антикоррозионной защиты, если только они не монтируются в помещениях с повышенной агрессивной средой или вне помещений с той же агрессивной средой. Если используется подземное проложение, то предусматривается использование антикоррозионной изоляции, согласно пункту А).

Медные трубопроводы для жидкого газа, как правило не нуждаются в дополнительной антикоррозионной защите. При их монтаже в помещениях с агрессивной средой, предусматривается обязательное применение антикоррозионной изоляции, согласно пунктам А) и Б). Если трубопровод для жидкого топлива соединяется с системой при помощи деталей из других металлов, например, стали, то во избежание образования гальванических пар их необходимо изолировать друг от друга. Нельзя производить изоляцию системы, если трубы имеют катодную защиту от коррозии. Данный способ защиты от коррозии необходимо использовать тогда, когда трубы соединены с резервуаром, который в свою очередь также имеет катодную защиту.

4.1.3. Теплоизоляция.

С целью предотвращения потерей тепла в системах трубопроводов для отопления и горячего водоснабжения необходимо выполнять следующие правила:

- DIN 4108 защита тепла в многоэтажных зданиях;
- Отопительные системы HeizAnl IV;
- Предписания по защите тепла.

Согласно правилам HeizAnl IV §6 все трубопроводы – носители тепла должны иметь теплоизоляцию, кроме помещений в которых находятся потребители тепла, и есть возможность управления блокирующим устройством. Правила предписывают минимальную толщину теплоизоляционного слоя относительно к номинальной длине трубы.
При этом исходят от величины теплопроводности изоляционного материала равной λ = 0, 035 Вт/мК. Для других значений теплопроводности необходимо производить вычисления толщины изоляционного слоя.
В §8 идет речь о термоизоляции трубопроводов горячего питьевого водоснабжения. Для таких трубопроводов правила предписывают такую же толщину изоляционного слоя как и для случая с трубопроводами систем отопления. Исключением являются медные трубы до 22х1мм, установленные в жилых помещениях, в циркуляционных системах или небольших автономных системах. Так же предлагаются трубы с изоляцией, смонтированной на них в заводских условиях, отвечающие всем требованиям - предъявляемым к системам отопления, благодаря малой величине λ они требуют малую толщину изоляционной обшивки. Температура горячей питьевой воды ограничивается до 60 ºС, если не требуется для каких либо целей более высокая температура. Циркуляционные системы должны быть автоматизированными и регулироваться циркуляционным насосом. Правилами DIN 4108 предусматривается обязательное наличие минимального уровня теплоизоляции в зданиях. Если неизбежен наружный монтаж трубопровода по стене – необходимо использовать теплоизоляцию. В таких случаях требования к энергосбережению повышаются.
Трубопроводы с холодной питьевой водой должны монтироваться таким образом, чтобы воздействие окружающей среды не влияло на качество питьевой воды. Если этого невозможно избежать, например трубопровод находится в котельной, необходимо использование изоляции. Кроме этого нежелательно образование конденсата на поверхности трубопровода. Для решения этих задач существуют специальные изоляционные материалы, в которых внутренняя пористая или волокнистая часть защищена наружным влагонепроницаемым слоем (для полной защиты от влаги необходимо подклеивать края). Нормами установлено, что защита от образования конденсата не нужна, если труба имеет заводскую изоляцию или защиту типа “труба в трубе”.

4.1.4. Звукоизоляция.

В некоторых случаях, установленных правилами DIN 4109 (звукоизоляция в высотных зданиях), трубы должны иметь изоляционную обшивку, снижающую до минимума звукопроводимость трубопровода. Как правило, шум в системе образуется в местах расположения арматуры и передается далее через трубы. Изоляционная обшивка, хомуты с резиновыми прокладками или другие подобные устройства препятствуют проводимости звука по трубам. Трубы, смонтированные в полах или стенах должны иметь изоляцию, чтобы заглушать ударные и механические шумы. (См. также раздел 4.1.8.).

4.1.5. Противопожарные меры.

Возгораемость строительных материалов и конструкций классифицируется согласно DIN 4102 следующим образом:

Класс A - не воспламеняющиеся строительные материалы.
Класс B - воспламеняющиеся строительные материалы:

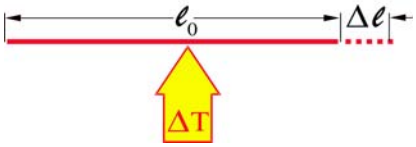
B1 - трудновоспламеняемые;
B2 - нормальновоспламеняемые;
B3 - легковоспламеняемые;

Меры по противопожарной безопасности определены в земельно-строительном уставе. В многоэтажных зданиях все воспламеняющиеся строительные материалы должны, как минимум, соответствовать классу B2 и иметь маркировку обозначающую это соответствие (RbBH, директивы о строительных материалах в многоэтажном строительстве и DIN 4102, ч.11, «Возгораемость строительных материалов и конструкций, обшивок труб, изолирующего материала, монтажных ниш и каналов, а также смотровые отверстия и их задвижки; требования и контроль»).
Согласно данным требованиям материал труб, изоляционная обшивка и теплоизоляция должны как минимум, соответствовать классу B2 и иметь маркировку данного класса (оттиск DIN 41-02B2). Металлы, а следовательно и медь, соответствуют классу A и являются не воспламеняемыми. Но в любом случае необходимо выполнять все требования и предписания по пожарной безопасности местных органов. Особенно необходимо уделять внимание требованиям по безопасности, если через трубопровод проходит возгораемое вещество. Согласно правилам TRGI, трубопроводы установленные в огнеупорных шахтах, нишах, так же обязательно учитываются все предписания по противопожарной безопасности. Газопроводы разрешается монтировать на лестничных пролетах только под штукатуркой или в стенах, откуда нет возможности для выхода воздуха в пролет и нет контакта с воспламеняющимися строительными материалами. Исключением являются малоэтажные здания, например, в которых максимум две квартиры.
Если газопровод прокладывается под штукатуркой, то все крепежные элементы и их составляющие должны быть из невоспламеняющегося материала. При расплавлении мест пайки из-за пожара необходимо, чтобы крепеж удерживал трубопровод.
При проведении монтажно-ремонтных работ в старых зданиях, особенно важно выполнять все требования по пожарной безопасности. Союз страхования имущества в Кельне выпустил памятный лист №200 – «Директивы мер противопожарной безопасности при сварочно-паяльных и отделочных работах», с одержанием которых должен быть ознакомлен каждый работающий на стройке. Так же необходимо соблюдать правила безопасности UUV VBG 15.

В целях соблюдения мер противопожарной безопасности, применение электропаяльного инструмента является более целесообразным, т.к. исключается работа с открытым пламенем и, соответственно, снижается опасность возникновения пожара. При работах на пожароопасных объектах, например реконструкция старых помещений или зданий, рекомендуется с целью большей безопасности использовать низкотемпературную мягкую пайку, за исключением трубопроводов для газа и жидкого топлива.

4.1.6. Тепловое расширение.

Один метр медной трубы при перепаде температуры в 100 К может удлинится на 1,7 мм, независимо от диаметра трубы.



$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T$, где α - коэффициент линейного расширения ($\alpha_{медь} = 1{,}66 \cdot 10^{-5}$ K^{-1}), Размерность: Δl, l_0 - в метрах, ΔT в Кельвинах;

Если не при монтаже не учитывать возможные линейные изменения длины трубопровода, то из-за возникающих вследствие этого повышенных внутренних напряжений могут образоваться трещины - способные привести к разгерметизации трубопровода.
Обычно при учете теплового изменения длины имеет значение следующее - возможность для трубы менять свою длину между двумя точками ее крепления. Правильное распределение точек опоры (крепления) трубопровода имеет особое значение. Так как есть возможность для самокомпенсации системы в целом, при этом необходимо учитывать длину плеча «А» (см. рисунки ниже и таблицу 13).

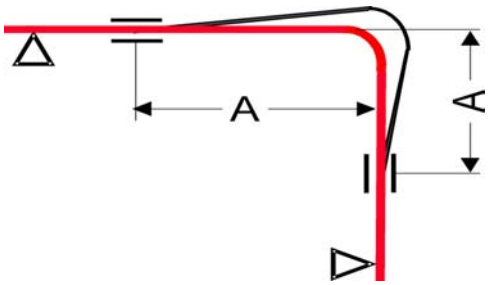


рис. 1

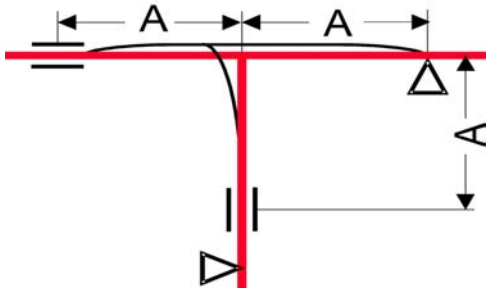


рис. 2

(“=” клипса, “Δ” хомут)

Диаметр трубопровода	Удлинение Δ l, в мм			
	5	10	15	20
12	A = 475	A = 670	A = 820	A = 950
15	A = 530	A = 750	A = 920	A = 1060
18	A = 580	A = 820	A = 1000	A = 1160
22	A = 640	A = 910	A = 1110	A = 1280
28	A = 725	A = 1025	A = 1250	A = 1450
35	A = 810	A = 1145	A = 1400	A = 1620
42	A = 890	A = 1250	A = 1540	A = 1780

54	A = 1010	A = 1420	A = 1740	A = 2010
64	A = 1095	A = 1549	A = 1897	A = 2191
76,1	A = 1195	A = 1689	A = 2069	A = 2389
88,9	A = 1291	A = 1826	A = 2236	A = 2582
108	A = 1423	A = 2012	A = 2465	A = 2846
133	A = 1579	A = 2233	A = 2735	A = 3158
159	A = 1727	A = 2442	A = 2991	A = 3453
219	A = 2026	A = 2866	A = 3510	A = 4053
267	A = 2237	A = 3164	A = 3872	A = 4475

Таблица 13. Длина «А» в зависимости от диаметра трубопровода и его удлинения.

Если на прямом участке между двумя точками опоры не достаточно места для движения трубы, рекомендуется монтаж компенсаторов в форме колена или специальных фитингов компенсаторов. Они выдерживают различную рабочую температуру и давление, а также отличаются большой компенсацией линейного удлинения, в зависимости от диметра трубы, до 60 мм. При монтаже необходимо соблюдать все рекомендации производителя. Места установки компенсаторов должны быть легко доступными, например, в инсталляционных шахтах. Не рекомендуется прятать компенсаторы глубоко под штукатуркой.

Трубы поставляемые производителем в изоляционной оболочке могут использоваться без компенсаторов если температуре рабочей среды не превышает 80 ºС и длина отрезка между двумя изгибами не превышает 3 м, также при этом необходимо правильно устанавливать систему крепежа такого участка трубопровода (см. рис.1 и 2).
При использовании специальных систем трубопроводов для «теплых» полов обычно не требуется использование специальных компенсаторов, если длина трубы не превышает 5 м между двумя изгибами. При этом также рекомендуется соблюдать все предписания и рекомендации производителя по установке и монтажу таких систем.

4.1.7. Крепеж трубопроводов.

Трубы для транспортировки газов и жидкостей нельзя крепить между собой и нельзя крепить их к другим трубопроводам.
Крепление в водопроводах должно отвечать требованиям по звукоизоляции (см. раздел 4.1.4). В системах для отопления необходимо учитывать тепловые удлинения труб (см. раздел 4.1.6).

Для труб малых диаметров в качестве крепления достаточно использовать пластмассовые клипсы и хомуты. Для больших диаметров существуют специальные системы крепежа, имеющие скользящие и жесткие точки опоры. Металлические крепления труб должны иметь резиновую прокладку для обеспечения звукоизоляции. Интервалы для точек крепления опор трубопровода приведены в таблице 15.

Диаметр труб, мм	12	15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	133	159
Интервал крепления, в метрах	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

Таблица 15. Величина интервалов крепления для водопроводов из медных труб, согласно DIN 1988, часть 2.

При этом не учитывается предохраняющий фактор, связанный с внешними нагрузками на трубопровод (подвешивание грузов и т.п.). Ранее в старой литературе приводились меньшие размеры интервалов, т.к. учитывались внешние воздействия. Согласно DIN 1988 – такие внешние нагрузки не допускаются.
Крепление труб газопроводов должно соответствовать правилам TRGI с учетом всех противопожарных мер. Поэтому для газопроводов запрещены к использованию крепления из полимеров, а разрешены только металлические.

4.1.8. Скрытая прокладка в стенах.

При прокладывании трубопровода в кирпичной кладке необходимо учитывать, что монтаж труб в заранее спланированных углублениях в бетонных стенах отличается от монтажа в дополнительно проделываемых выемках и канавках. Определяя размеры углублений необходимо учитывать статический расчет строения (нагрузку - выдерживающую данной стеной под весом всего здания в целом). Так же необходимо соблюдать требования относительно теплоизоляции (см. раздел 4.1.3), звукоизоляции (см. раздел 4.1.4) и теплового расширения (см. раздел 4.1.6). Если углубление сделано дополнительно в кладке или бетонной несущей стене (например, при ремонте старых зданий) – необходимо соблюдать правила DIN 1053. Обзор допустимых способов изготовления углублений в несущих стенах представлен в ZVSHK – Трудовом листе «Монтаж в несущих стенах».

Выбор труб, с изготовленной в заводских условиях изоляцией, позволяет разместить трубопровод в любых ситуациях, поскольку обычно данные трубы имеют особенно высококачественный термоизоляционный материал (λ = 0,028 W/mK или λ = 0,040 W/mK) с относительно небольшой толщиной.

Для монтажа труб в стенах необходимо наличие изоляционной обшивки на трубопроводе, чтобы добиться как можно большого разделения трубопровода от строительной конструкции. Трубы, имеющие обшивку, изготовленную в заводских условиях, не требуют дополнительной изоляции и соответствуют этим требованиям. При установке трубопроводов в полах необходимо соблюдать правила DIN 18560 («Изготовление настила в строительстве»). А так же выполнить требования DIN 4108 – предписания по теплоизоляции и отопительным системам, включая требования по звукоизоляции – DIN 4109, для избежания передачи механических шумов. DIN 18560, часть 2 - содержит указания о монтаже в необработанных бетонных или каменных перекрытиях, настилах. Данные перекрытия, настилы не должны иметь точечных выступов, способствующих передачи шумов.

4.2. Модернизация старых построек.

Благодаря небольшим наружным диаметрам и быстрому монтажу, медные трубы удобны для проведения реконструкционных работ или расширения уже существующих систем инженерии. При монтаже по поверхности несущих стен обеспечивается сохранение всех правил: статической нагрузки, теплоизоляции и звукоизоляции, а также противопожарной безопасности. В случае скрытой прокладки в несущей стене соблюдение всех этих правил будет дорогостоящим и в ряде случаев сложно выполнимым.

Мягкие трубы, поставляемые в бухтах, удобны для монтажа и установки внутри помещений. Жесткие трубы, в штангах, имеют небольшие диаметры, благодаря чему не требуют дополнительных площадей (для систем отопления необходимо предусмотреть наличие теплоизоляции). Для монтажа всей системы инженерии здания рекомендуются медные трубы из-за их небольших диаметров, хорошей гибкости и высокой степени надежности мест соединений.
Специфические проблемы, связанные с модернизацией старых построек разнообразны, и в рамках данной инструкции сложно охватить все вопросы. Да, и существующая разработка вряд ли смогла бы осветить все нюансы. Поэтому при возникновении таких вопросов необходимо использовать рекомендации производителей или обращаться за предписаниями в специальные инстанции.

4.3. Заводские изделия.

Производимые в заводских условиях готовые элементы трубопроводов подходят для комплектации объектов с большим количеством типовых ванных и кухонных комнат. Метод Z – размера делает возможным рационализировать серийное заводское производство. При этом рекомендуется учитывать нюансы, связанные с погрешностями Z – размеров для фитингов, согласно DIN 2856, ч.11, и при необходимости проводить дополнительные соглашения с производителями фитингов.
Монтажные строительные блоки или плиты изготавливаются со всеми элементами в виде необходимых единиц обеспечения, расположение которых зависит от их места на строительном объекте. При этом так же действуют все существующие правила. Монтажные блоки позволяют сэкономить большое количество времени при монтаже. Согласно Трудовому листу DVGW GW3 «Технические правила для строительства и контроля строительных деталей, изготавливаемых заводским способом и, применяемых при монтаже водопроводов и газопроводов» - монтажные блоки или плиты как минимум должны содержать следующую маркировку: название производителя, обозначение типа, рабочие параметры – температура, давление и опознавательный DVGW – номер.

4.4. Монтаж медных изделий с другими материалами.

4.4.1. В системы питьевого водоснабжения.

При совместном монтаже в одной системе труб из меди и стали необходимо, из-за разных свойств этих материалов, обратить внимание на следующее:

В системах питьевого водоснабжения, в воде, как правило, содержится растворенный кислород, с которым медь вступает в реакцию и нормальным образом образует сначала защитный слой из оксида меди (I), а затем наружный слой из карбоната меди. В ходе этого процесса в воде растворяется небольшое количество меди. Если медь в растворенном виде вступает в контакт со сталью - происходит цементация, при этом железо, цинк и т.п. растворяются, т.е. в стальных трубах начинается сквозная коррозия (см. DIN 50930, ч.3). Поэтому для систем питьевого водоснабжения или систем содержащих в себе растворенный кислород необходимо соблюдать следующее правило:

Трубы из меди должны устанавливаться после стальных труб, по направлению течения жидкости.

Принимая соответствующие меры (например, гравитационное торможение, обратные клапаны и т.д., DIN 1988, ч.7) необходимо ограничить рециркуляцию воды из медного трубопровода, а также с других возможных деталей из меди, в сторону стальных элементов трубопровода.

Таким образом, возможно, монтировать нагнетательные элементы трубопровода из стальных труб, а распределительные из меди.

В автономных циркуляционных системах горячего и холодного питьевого водоснабжения возможно сочетание нагревательного бака из стали с медным трубопроводом без ограничений, если он имеет антикоррозийный анод или внутреннее покрытие из эмали, синтетической смолы.

При непосредственном контакте меди со сталью, может возникнуть электрохимическая коррозия, и разрушение стали. Но на практике такая контактная коррозия не занимает значительного места. На протяжении десятилетий арматура (вентили, расходомеры и т.д.) вмонтированная в медный трубопровод не потерпела каких-либо повреждений. Здесь определяющую роль играют пропорции контактирующих поверхностей. Чем меньше эти пропорции, тем меньше вероятность возникновения коррозии.

4.4.2. В системах отопления.

В квалифицированно смонтированных системах отопления, включающих в себя трубы из меди и различные другие стальные элементы, согласно DIN 2035, не наблюдается опасности возникновения коррозии. Важным фактором, вызывающим возникновение коррозии является наличие растворенного кислорода в жидкости, но уже при повышении температуры происходит термическое вытеснение кислорода. Так же при продувке происходит его удаление. В любом случае монтаж систем отопления должен быть квалифицированным.
В больших системах отопления не всегда удается полностью избежать проникновения кислорода. В VDI 2035 определяются требования к проведению соответствующих мер.

4.5. Контроль давлением, промывка, сдача объекта.

Смонтированная система трубопроводов в обязательном порядке должна проходить контроль на герметичность избыточным давлением (опрессовку). Контроль осуществляется на том этапе, когда места стыков трубопровода еще доступны и не спрятаны. Это также касается трубопроводов, в которых теплоизоляция и антикоррозийная защита изготовлена вручную.
Газопроводы должны проверяться на герметичность при помощи сжатого воздуха или инертными газами, например, азотом, диоксид углерода (только не кислород). Порядок предварительного и главного контроля, требования к точности измерительной аппаратуры указанны в разделе 7 TRGI. В ZVSHK – руководстве по эксплуатации газопроводов содержится формуляр протокола проведения контроля испытания избыточным давлением.
Проводы проверку *водопроводов для питьевой воды* необходимо руководствоваться правилами DIN 1988, ч.2, раздел 11. контроль проводят профильтрованной питьевой водой (фильтрация по DIN 19632, ширина пропускающих элементов фильтра порядка 80…120 μм). Обязательно убедится в

отсутствии кислорода в системе. В металлических трубопроводах, а значит и в медных, достаточно одного контрольного испытания избыточным давлением.
Избыточное давление для испытания должно быть в 1,5 раза больше рабочего давления для данного трубопровода. Если разница между температурой наполняемой жидкостью и температурой окружающей среды превышает 10 К (что соответствует 10 ºС), то после завершения опрессовки необходимо дать системе 30 минут для выравнивания температур. Во время окончательной проверке необходимо следить в течение 10 минут за показаниями измерительного прибора (манометра). За это время давление должно быть стабильным – допускается изменение давления на 0,1 бар.
Для систем питьевого водоснабжения необходимо соблюдать форму протокола испытания, согласно ZVSHK – инструкции.

Промывка системы:
В соответствии DIN 1988, часть 2, все водопроводы для питьевой воды должны обязательно промываться после окончания монтажных работ, независимо от типа применяемого материала. Для надежной и безопасной работы трубопровода необходимо:

- обеспечить соответствующее качество питьевой воды;
- избегать возникновения коррозии;
- периодически чистить внутреннюю поверхность труб;
- избегать нарушений функций на арматуре и приборах;

Эти требования обеспечиваются двумя способами промывки:

- Метод промывки водой (памятка ZVSHK).
- Метод промывки смесью из воды и воздуха (DIN 1988, часть 2, раздел 11.2).

Для медного трубопровода могут использоваться оба способа промывки – обусловленные обоснованным планированием системы TRWI. При выборе метода промывки необходимо учитывать условия договорных подрядов, требования пользователя системы, а также указания производителя и опыт специалистов осуществляющих монтаж.
В случае проверки на герметичность инертным газом, промывку необходимо осуществить после первичной опрессовке, перед вводом в эксплуатацию.
Если проверка под давлением проводилась фильтрованной водой, то промывку необходимо осуществлять согласно памятному листу ZVSHK.

Ввод в эксплуатацию:
Если после монтажа трубопровод длительное время не эксплуатировался, то, после его контроля на герметичность и промывки, трубы необходимо заполнить водой и закрыть трубопровод. При пуске в эксплуатацию необходимо удалить застойную воду, промывая ее свежей.
Если время простоя трубопровода совпадает с холодным временем года, необходимо обеспечить не замерзание системы, использую внешние отопление. Если такой возможности нет, необходимо слить воду. При этом монтаж трубопровода должен осуществляться так, чтобы была возможность полного слива воды из всей системы.
Однако, в случае не возможности обеспечения внешнего отопления, допускается проверка на герметичность с использованием воздуха или безопасного инертного газа. Избыточное давление должно составлять 5 Бар. Негерметичные места будут выявляться акустически, при возникновении сложностей с определением таких мест, можно использовать обычные пенообразные растворы, наносимые кисточкой.