

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,  
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.  
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .  
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.  
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

Карл Йозеф Хайнеман

**ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЙ  
ВНУТРЕННИХ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ  
(47 СЛУЧАЕВ ИЗ ПРАКТИКИ)**



Справочное пособие  
(сбор отдельных статей за 1998-2001гг. из германского журнала  
«Сантехническое и отопительное оборудование» )

«Инициатива Купфер», Германия  
при содействии Издательства «Краммер» в Дюссельдорфе

Уважаемые читатели.

На практике все время подтверждается: при всех положительных качествах любую напорную трубопроводную систему зданий затрагивают какие-либо повреждения. Причины этих повреждений можно выявить только после совместной работы опытных научных специалистов, химиков по коррозии металлов, а также инженеров и монтажников, знакомых с процессом изготовления и монтажа трубопроводных систем.

Такая работа напоминает кропотливый труд сыщика и стоит времени. Эта проблема уже несколько лет обсуждается на страницах журнала «Сантехническое и отопительное оборудование», выпускаемого издательством «Краммер» в Дюссельдорфе.

В этом журнале регулярно публикуются статьи дипломированного инженера Карла Йозефа Хайнемана, где освещаются вопросы повреждения напорных внутренних трубопроводов зданий и предлагаются решения, предотвращающие подобные повреждения в дальнейшем.

К.Хайнеман был долгое время руководителем технического отдела в Отраслевом объединении сантехнического и отопительного оборудования и климатехники земли Бавария и в своей жизни видел много повреждений трубопроводов, повреждениям которых нужно было дать оценку.

Мы выяснили, что много специалистов нередко используют как подспорье приводимые Хайнеманом примеры. Но, как всегда, в большинстве случаев под рукой не оказывается того выпуска журнала, в котором была напечатана статья на интересующую тему. «Инициатива Купфер» хочет облегчить Вам поиск.

У нас есть желание убедить Вас в нашей компетентности и готовности помочь Вам, предоставив настоящую информацию. Мы давно лелеяли желание выпустить справочное пособие, которое поможет вам быстро и надежно найти решение проблем, с которыми вы, как практики, сталкиваетесь в повседневной работе.

Отдельная перепечатка этих статей была выполнена при содействии издательства «Краммер». Мы также поможем вам не только советом, но и делом: если у вас появятся вопросы по медным трубопроводам зданий, просьба связываться с нами. Вы можете посетить наш отраслевой семинар или немецкий день меди. В любом случае желаем вам получить максимум информации при чтении данного Справочного пособия.

Информацию на эту тему вы найдете на сайте [www.kupfer.de](http://www.kupfer.de)

От всей души Ваша «Инициатива Купфер»

## Содержание

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступление                                                                                                     | 2  |
| Содержание                                                                                                     | 3  |
| Сокращения и термины                                                                                           | 4  |
| Введение                                                                                                       | 5  |
| Виды повреждений, в том числе от коррозии, труб и соединительных деталей, выполненных из различных материалов: |    |
| 1. Стальная труба прецизионных размеров и тройник из стали                                                     | 6  |
| 2. Пресс-фитинг (тройник) из нелегированной стали                                                              | 7  |
| 3. Стальные трубы по DIN 2440 с Ду 80 и Ду 25 мм                                                               | 8  |
| 4. Стальная труба по DIN 2440 с Ду 15 мм                                                                       | 8  |
| 5. Стальные оцинкованные трубы                                                                                 | 9  |
| 6. Компенсатор из нержавеющей стали Ду 25 мм                                                                   | 9  |
| 7. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Ду 25 мм                                                            | 9  |
| 8. Труба из нержавеющей хромоникелевой стали Ду 50 мм                                                          | 10 |
| 9. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Ду 20 мм                                                            | 10 |
| 10. Тройник из красной бронзы Ду 22 под прессовое обжатие                                                      | 11 |
| 11. Соединительные детали и коллектор из литейной красной бронзы для полиэтиленовых труб Dнар 16 и 20 мм       | 11 |
| 12. Переходники Ду 15 мм из алюминия                                                                           | 11 |
| 13. Латунный вентиль с наклонным шпинделем                                                                     | 12 |
| 14. Заращение проходного сечения трубопровода в местах отбора горячей воды от водонагревателя                  | 12 |
| 15. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Ду 15 мм                                                           | 13 |
| 16. Медная труба (SF-Cu) размером 15*1 мм                                                                      | 13 |
| 17. Медная труба размером 28*1,5 мм, состояние, твердое                                                        | 13 |
| 18. Медная трубы размером 18*1 мм                                                                              | 14 |
| 19. Латунная резьбовая переходная муфта Ду 40 мм, соединяющая пластмассовую и металлическую трубы              | 14 |
| 20. Стальной водонагреватель с внутренней полимерной облицовкой                                                | 15 |
| 21. Латунный никелированный сифон для умывальника                                                              | 15 |
| 22. Пластмассовый трубопровод из полипропилена, тип 3 размером 50*8,4 мм                                       | 16 |
| 23. Поэтажный пластмассовый коллектор для подключения пластмассовых трубопроводов системы отопления            | 17 |
| 24. Труба из хлорированного поливинилхлорида (ХПВХ) PN 25 Ду 12 мм                                             | 17 |
| 25. Труба из сшитого полиэтилена (СПЭ/PEX-a) Dнар 15 мм                                                        | 18 |
| 26. Труба из сшитого полиэтилена (СПЭ/PEX) размером 14*2мм                                                     | 19 |
| 27. Хромированная труба из нелегированной стали размером 15*1 мм                                               | 19 |
| 28. Трубы из сшитого полиэтилена (СПЭ) Dнар 12-20 мм                                                           | 20 |
| 29. Латунный шаровой кран Ду 25 мм                                                                             | 20 |
| 30. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Ду 20 мм                                                           | 21 |
| 31. Труба из полипропилена (ПП), тип 3, размером 16*2,7 мм PN 20                                               | 21 |
| 32. Трубы из сшитого полиэтилена (СПЭ) размером 14*2 мм                                                        | 22 |
| 33. Металлополимерная (МП) труба Dнар 10 мм                                                                    | 22 |
| 34. Металлополимерная (МП) труба Dнар 20 мм                                                                    | 24 |
| 35. Смесительная арматура для питьевой воды, проложенная под штукатуркой                                       | 24 |



|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 36. Соединительные детали из цветных металлов                                                                                                         | 25 |
| 37. Армированная алюминиевой оболочкой полипропиленовая труба (типа 3) размером 16*2,7 мм                                                             | 25 |
| 38. Установочные угольники для подключения арматуры                                                                                                   | 26 |
| 39. Медная труба (SF-Cu) размером 28*1,5 мм                                                                                                           | 27 |
| 40. Латунный вентиль Ду 25 мм                                                                                                                         | 28 |
| 41. Трубное резьбовое соединение с зажимным латунным кольцом                                                                                          | 28 |
| 42. Полипропиленовый (тип 3) тройник в трубопроводе Ду 32 мм на раструбной сварке                                                                     | 29 |
| 43. Стальной резьбовой сгон с муфтой и контргайкой                                                                                                    | 29 |
| 44. Зажимное соединение с эластомерным уплотнением для медной трубы Ду 8 мм                                                                           | 30 |
| 45. Металлополимерная (МП) труба D <sub>нар</sub> 15 мм                                                                                               | 31 |
| 46. Металлополимерная (МП) труба                                                                                                                      | 32 |
| 47. Зажимное резьбовое соединение между подсоединительной к радиатору трубой из нержавеющей стали и трубой из сшитого полиэтилена, проложенной в полу | 33 |

### Сокращения и термины.

СЕ – сертификационный знак Европейского Совета.

DIN – германский стандарт (аналогично российскому стандарту ГОСТ Р).

DVGW – Германское объединение специалистов по водо- и газоснабжению.

Ду – диаметр условного прохода, в мм.

Днар – номинальный наружный диаметр пластмассовой трубы, в мм.

PN – номинальное давление жидкости в трубопроводе, в барах (кгс/см<sup>2</sup>).

СПЭ – сшитый полиэтилен; полиэтилен с модифицированной структурой строения макромолекул, в которой двухмерные линейные звенья макромолекул полиэтилена, за счет введения поперечных связей между ними, соединены, "сшиты", в трехмерную структуру. В иностранной технической литературе обозначается как PEX.

ППР – полипропилен.

ХПВХ – хлорированный поливинилхлорид.

БАР – единица давления, соответствует 1 кгс/см<sup>2</sup>; 0,1 МПа.

ГРАТ – шлаковый продукт сварки или пайки у металлов; излишек расплава термопластичного полимера (полиэтилен, полипропилен) у пластмасс, возникающий в сварном шве при стыковой сварке труб по торцам. Подлежит удалению.

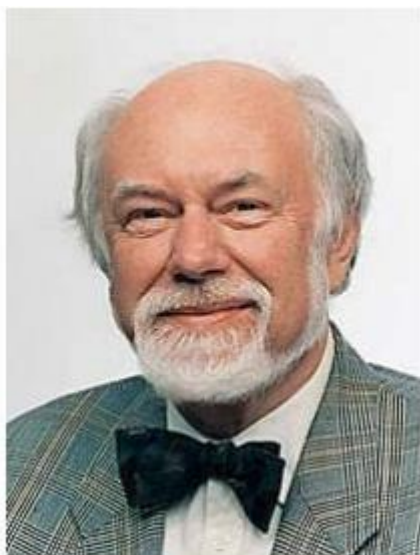
КРАСНАЯ бронза (Rotguss, Rg) – наименование литейного медного сплава, применяемого для изготовления фитингов в Германии.

МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНАЯ труба – пятислойная труба, включающая две полиэтиленовые оболочки и расположенную между ними алюминиевую тонкостенную трубку, соединенные между собой клеящим составом располагающимся с каждой стороны алюминиевой трубки.

ПРЕСС-ФИТИНГ – общее название соединительных деталей трубопроводов, герметичность соединения которых с трубой достигается путем его прессового обжатия.

СКОРОСТЬ коррозии – величина поверхностного слоя металла или материала уничтожаемого коррозией, в мм, за некоторый промежуток времени; обычно длительностью в один год.

УСТАНОВОЧНЫЙ угольник – соединительная деталь, к которой параллельно поверхности установки детали подводится труба, и перпендикулярно монтируется смеситель или водоразборный кран с трубной резьбой 1/2".



## **Введение**

### **Истории из практики эксплуатации сантехнических систем зданий**

Инженер К.Хайнеман на примере 47 случаев потери герметичности трубами из стали, полимеров и меди, с которыми он лично имел дело в ходе своей профессиональной деятельности, подробно описал всю сущность коррозии или прочих повреждений, которые происходят в эксплуатации с трубопроводами сантехнического назначения. Здесь речь идет об элементах трубопроводов, для которых нужно было выяснить причину повреждения или дать оценку случившемуся, и с которыми может столкнуться в живую и любой другой практик.

Эта коллекция примеров дает возможность поиска причин возникновения коррозии, а также позволяет лучше классифицировать тип и возможность возникновения коррозии в сравнительном отношении. Дать характеристику таким повреждениям и назвать источник их возникновения, исходя из причин вызвавших поломку, выяснить степень влияния на надежность функционирования трубопроводной системы и пригодность ее для дальнейшего использования могут опытные специалисты в области материаловедения и коррозионной химии, а также инженеры, знающие монтажный процесс, условия эксплуатации трубопроводов и их назначение.

Только общими межотраслевыми усилиями, которые должны характеризоваться принципом обоюдной открытости и честности, и на которые не оказывают влияния коммерческие соображения и гарантийные обязательства прямо и косвенно задействованных сторон, можно диагностировать причину коррозии, и избежать ошибок при проектировании, изготовлении, проведении инструктажа, монтаже и эксплуатации. При обсуждении рассмотренных примеров автор подробно и достаточно точно описывает причину коррозии и дает указания в проведении устранения повреждения в каждом отдельном случае.

## Нормативные документы

Насколько многогранной может быть природа различных повреждений сантехники, можно продемонстрировать наглядно на примере обзорной информации, которая частично основана на понятиях, встречающихся в DIN 50900 (ч.1 п.4.82 «Понятия по коррозии металлов»).

Для оценки вероятности возникновения коррозии специалисты в области коррозионной химии используют следующие нормативные положения:

DIN 50929 «Коррозия металлов – вероятность возникновения коррозии металлических элементов при внешней коррозионной нагрузке – общие положения» ч.1 п. 9.83, «Элементы сантехнического оборудования» внутри зданий» ч.2 п.9.85, «Трубопроводы и конструкционные элементы, расположенные под полами и в воде» ч.3 п.9.85.

DIN 50930 ч.1-5: «Коррозия металлических деталей внутри трубопроводов, резервуаров и аппаратов вследствие воздействия воды – общие положения – ч.1, характеристика вероятности образования коррозии: на легированных и низколегированных стальных деталях – ч.2, на оцинкованных горячим способом металлических деталях – ч.3, на деталях из нержавеющей стали – ч. 4, на деталях из меди – ч.5.

Тот, кто занимается проектированием и монтажом сантехнических систем пользуется DIN 1988: «Технические правила для устройства систем подачи питьевой воды» – ч.1-8; сведения, важные для предотвращения коррозии указаны в ч. 2,7,8. Приведенные в документах требования базируются на DIN 50929 и 50930.

Для предотвращения повреждений отопительных систем рекомендуется изучить нормы Союза немецких инженеров, группа 2035, лист 1 9.94, «Образование накипи в водонагревательных аппаратах и отопительных системах», лист 2 9.98 «Коррозия при транспортировании воды» и лист 3 «Коррозия, вызываемая выхлопными газами».

В нормах Союза немецких инженеров, группа 3822, ч. 1-6 анализируются повреждения, возникающие вследствие различных типов нагрузок (механическая, коррозия в водных средах, температурная).

Тому, кто занимается проектированием и монтажом сантехнических систем, включая отопительное оборудование, в качестве основополагающего и доходчивого введения в эту труднодоступную тематику для не разбирающегося в коррозионной химии человеку следует порекомендовать книгу автора С.Л. Крузе «Коррозия сантехники и отопительной техники», издательство «Краммер», Дюссельдорф 91.

Далее поочередно приведены 47 случаев повреждений, включая и коррозионные разрушения, труб и соединительных деталей, выполненных из различных материалов с оценкой эксплуатационного повреждения.

## 1. Стальная труба прецизионных размеров и тройник из нелегированной стали



Описание дефектного участка:

Наблюдается наружная поверхностная коррозия трубопровода отопления, имеющая большое распространение по длине трубы с проржавлением насквозь ее стенки. Трубопровод проложен на мокром бетонном полу. Фитинг и труба не были защищены от попадания на них влаги. Труба в месте ее изгиба также полностью проржавела, стала хрупкой. На трубе видны коррозионные наросты.

Исследование пространства, окружающего место возникновения коррозии, показало, что причиной постоянной сырости в зоне поврежденного трубопровода являлось не якобы протекающее прессовое обжатие трубы, подведенной к тройнику, а вода, попадавшая из соседнего помещения мясоперерабатывающего цеха, от дезинфекционной мойки и полива облицованных плиткой стен цеха.

Эта вода проникала через места прохода медных труб питьевого водоснабжения и текла вдоль по пластмассовой изоляционной оболочке, закрывающей медные трубы в зону прокладки отопительной трубы и тройника. Силиконовые прокладки под декоративными архитектурными розетками на стенах в местах прохода труб водоснабжения и предназначенные для создания герметичности мест прохода труб через стену были сорваны, то есть отсутствовали.

Утверждение представителя мясоперерабатывающего цеха о том, что причиной течи являлась негерметичная опрессовка трубного соединения, может быть отвергнуто. Однако, на этом примере видно, как эффект первого впечатления может служить поводом для нехватки аргументации у специалиста по отоплению. Сильно прокорродировавший фитинг не позволил сначала привести контраргументы.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929, ч.2 (9.85), пп. 4, 4.2, 6.1.1, 7.1.

Примечание. Влажность воздушной среды в местах прокладки трубопровода приводит к воздействию на наружную поверхность трубопровода и необходимы меры по защите трубы от коррозии.



## 2. Пресс-фитинг (тройник) из нелегированной стали



Описание дефектной соединительной детали:

Наблюдается наружная поверхностная коррозия тройника из стали, установленного в системе отопления из стальных труб прецизионных размеров. Труба, на которой смонтирован тройник, гидроизолирована пенопластовой оболочкой и уложена на мокром бетонном основании. При длительном воздействии влаги могла произойти коррозия незащищенного тройника.

Причины постоянной сырости:

- неудовлетворительная местная гидроизоляция строительной конструкции от попадания на нее влаги снаружи или изнутри,
- негерметичность соединений водоподающих трубопроводов,
  - недостаточная герметизация стыков строительных элементов помещения в зоне возникшей сырости, особенно на полах с твердым покрытием, которые подвергаются мокрой уборке (например, в больницах, офисах, выставочных комплексах) и мест прохода труб через стены,
  - отсутствие или слабая забота о содержании герметизирующих прокладок стыков в исправном состоянии.

Обычной влажности в помещении от испарения воды при высыхании бетонного раствора до окончательного затвердевания бетонного, в том числе наливного, пола недостаточно для коррозии стальных труб.

Особенно подвержены коррозии фитинги стальных трубопроводов, изолированные пластмассовыми оболочками. Причиной являются не блуждающие токи, а постоянный ток, наводящийся между фитингом, как анодом, и стальной арматурной сеткой, замкнутой в бетонное основание, начинающей выполнять роль катода; влажная среда служит электролитом.

(У воды, находящейся в порах бетонного раствора, водородный показатель равен примерно  $pH=13$ ). Труба или фитинг находятся в электродном потенциале примерно на 0,5 В ниже относительно арматурной сетки. Трубы, которые расположены под известковым раствором или цементом, могут получить коррозионные повреждения.

Если имеются вещества, разрушающие пассивность стали, например, ионы хлористых соединений (хлориды кальция, магния в средствах для схватывания и ускорения твердения бетона), а также сульфаты, например, в строительном гипсе (алебастре), то они также при сочетании с влагой могут привести к коррозии стальных труб.



Коррозию вышеописанного типа можно избежать только путем применения пластмассовой (полиэтиленовой) пленки, с укладкой ее на бетонное основание, благодаря чему прекращается электролитный контакт между трубой и стальной арматурой.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929, ч.2 (9.85), пп. 4, 4.2, 6.1.1, 7.1.

### 3. Стальные трубы по DIN 2440 диаметром условного прохода $D_N 80$ и $D_N 25$ мм.



#### Описание дефекта:

После удаления продуктов коррозии с переливного трубопровода расширительного бака отопительной системы открытого типа наблюдается сквозная коррозия возле сварного шва. Из-за постоянного притока кислорода воздуха через неправильно установленный открытый расширительный бак через пять лет эксплуатации в области сварного шва появились свищи.

У нормально работающих отопительных систем содержание кислорода в воде, находящейся внутри системы, не является причиной коррозионных повреждений. Один кубический метр насыщенной кислородом воды при атмосферном давлении может вступить в реакцию с примерно 35 г железа. При большой площади железосодержащих элементов отопительных систем труба диаметром условного прохода 25 мм длиной 1 м имеет внутреннюю поверхность около 800 см<sup>2</sup> и объем, заключенной в нем воды, около 0,5 л; таким образом, при равномерной коррозии наблюдается уменьшение толщины стенки трубы всего на 0,00002 мм в сутки. – То есть, опасности скорой сквозной коррозии нет.

Только при постоянном притоке кислорода в теплофикационную воду через открытые расширительные баки, либо через неисправные напорные мембранные расширительные баки, либо при диффузии кислорода через стенки пластмассовых труб, не имеющих антидиффузионного барьера, в системах отопления может возникнуть коррозия. В этих случаях коррозии особенно подвержены те участки, которые находятся под отложениями и в зоне сварных швов.

У пластмассовых труб без диффузионной кислородной защиты кислородопропускающая способность при 40°C, согласно DIN 4726, равна 5 г/м<sup>3</sup>O<sub>2</sub> в сутки, то есть, существуют такие условия, как будто каждые два дня производилось повторное заполнение трубопровода кислородонасыщенной водой (концентрация кислорода 10 г/м<sup>3</sup>). С увеличением температуры воды коэффициент проникновения кислорода в воду увеличивается в прогрессии.

Ссылка на документ: Союз Немецких Инженеров 2035 стр.2 (9.98), пп. 4.1, 5.1, 5.3, 5.6, 8.5)

#### 4. Стальная труба по DIN 2440 Dy 15 мм.



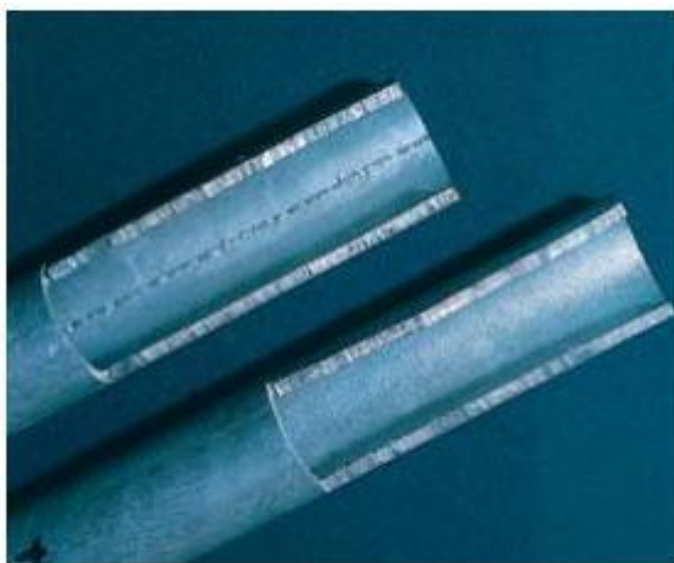
Описание дефектного участка:

Стальная труба системы отопления была проложена внутри порообразной теплоизоляции пола. Повреждение наблюдается в виде местной наружной коррозии за счет возникновения электролитического тока, возникающего из-за влажности бетонного пола, между трубой отопления – анодом и стальной арматурой, вмонтированной в бетон, – катодом.

При эксплуатации системы отопления необходимо следить за тем, чтобы трубопроводы не имели длительного контакта с влагой, а бетонный пол оставался сухим. Если это невозможно и попадание влаги не может быть устранено, электролитный контакт между стальной трубой и забетонированной в пол стальной арматурой должен быть блокирован посредством размещения пластмассовой пленки на полу.

Ссылка на нормативный документ: DIN 18195, чч.1-6, 8-10, VOB-CDIN 18336 и 18337, DIN 1988, ч.7 (12.88) п.5.3DIN 50929, ч.3 (9.85) пп. 4, 4.2, 4.3, 5.1, 6.1.2.,7.1.

#### 5. Стальные оцинкованные трубы





Описание дефекта:

На отрезке стальной оцинкованной трубы виден не удаленный сварочный грат. Участки с не удаленным сварочным гратом, как правило, подвержены коррозии при контакте с водой. Затруднено образование защитных пленок. Существует повышенная опасность сквозной коррозии.

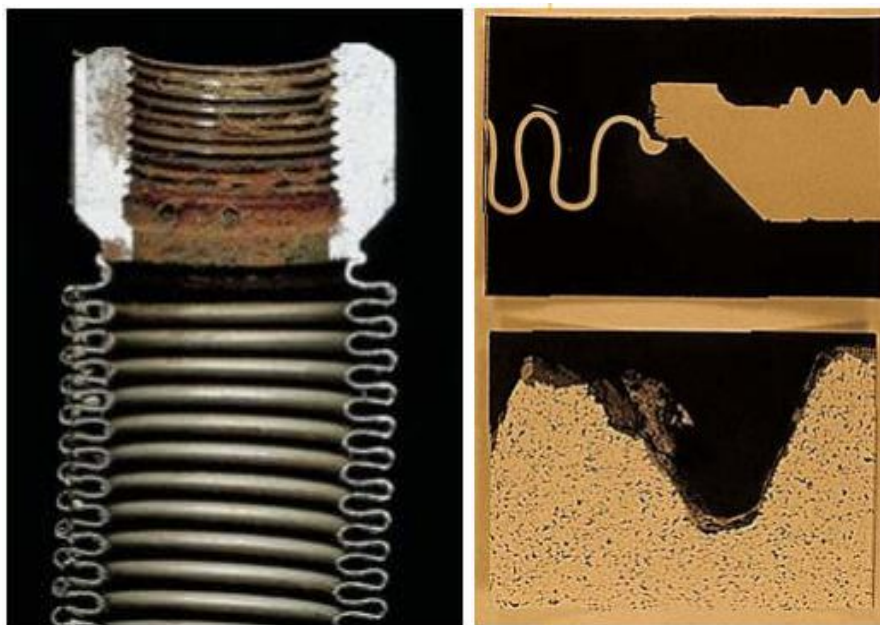
Недавно стало известно о возможности образования коррозии в области сварного шва стальных оцинкованных электросварных труб. Дефекты выражаются в виде продольных по оси дыр, располагаемых вдоль электросварного шва. Наиболее подвержены коррозии трубы горячего водопровода, в особенности, циркуляционные трубопроводы. Коррозия начинает проявляться через 1-2 года эксплуатации.

Далее было установлено, что на коррозию такого типа влияет содержание серы в стали: чем оно ниже, тем меньше вероятность коррозии. Из опыта известно, что стойкостью по отношению к такой селективной коррозии обладают трубы Фреэ-Муна, заваренные кузнечно-прессовым способом и трубы, заваренные с помощью стыковой сварки, которые после сварки прокатываются на редуционно-растяжном прокатном стане и отжигаются; содержание серы в таких трубах не превышает 0,008%.

Если поставщик этих труб не может предоставить документ от производителя, из которого четко следует, что эти трубы не соответствуют требованиям, норм DIN 2440/2444, то предпочтение нужно отдать бесшовным трубам.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930 ч.3 (2.93) п.4.1.; ИКЦ Хаустехник, издание 10/96, стр.74, издательство Штробель, Армсберг.

## 6. Компенсатор из нержавеющей стали Ду 25 мм



Описание дефекта:

Наблюдается коррозия места спайки температурного компенсатора – сильфона из нержавеющей стали и резьбового соединителя из простой стали, видна селективная коррозия припоя на фазной границе между нержавеющей сталью и припоем. Коррозия произошла после многолетней эксплуатации компенсатора, установленного на питьевом трубопроводе.

$$S_1 = \frac{c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})}{K_{S4,3}} > 0,5$$

Вывод: в питьевых трубопроводах вместо пайки деталей из нержавеющей стали нужно применять сварку.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930, ч.4 (2.93), пп. 3.6, 5.6, 6.3).

## 7. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Dy 25 мм



Описание дефектного участка:

На оцинкованной поверхности труб наблюдаются пузырьки, разрушившие защитное цинковое покрытие. Такая коррозия возникает, как правило, в трубопроводах горячей воды и ее происхождение относят к воздействию водорода воды при повышенных температурах.

Не лопнувшие, а только надтреснутые пузырьки, образуют концентраторы напряжений, которые могут привести к сквозной коррозии.

Ссылка на нормативный документ:: DIN 50930, ч.3 (2.93), пп.3.3, 6.2.

## 8. Труба из нержавеющей хромоникелевой стали Dy 50 мм



Описание дефектов:

Наблюдается коррозионное растрескивание конденсатопровода на большом мясокомбинате. Трубопровод уложен на бетонном полу, в зоне повреждения видно намокание пола, которое произошло от попадания сточных вод канализационного трубопровода через не герметичную прокладку соединения.



Ввиду испарения сточной жидкости с поверхности конденсатопровода произошла концентрация сточного осадка и повышение содержания ионов хлористых соединений. Последствием этого вкупе с напряжением при растяжении трубы явилось коррозионное растрескивание трубопровода.

В питьевом водопроводе из нержавеющей хромоникелевой стали возможно образование сквозных щелей, вызванных межкристаллитной коррозией. Такое коррозионное растрескивание также относится к молибденсодержащим аустенитным сталям, предназначенным для пресс-фитингов.

Допустимая концентрация ионов хлористых соединений в питьевой воде для названных сталей устанавливается фирмой Маннесман на уровне в 1000 мг/л. Для дезинфекции трубопроводов из данных сталей применяется импульсное хлорирование с концентрацией примерно в 100 мгCl<sub>2</sub>/л (Рабочий лист DVGW W 291); временем дезинфекции длительностью в 24 часа, по данным Маннесмана, можно пренебречь.

Массовая доля ионов хлористых соединений в изоляционно-уплотнительных материалах (прокладки, ленты и т.д.), применяемых для этих сталей, может максимально содержать 0,05%. Так как контрольный знак DVGW для уплотнительных материалов не обеспечивает такого показателя, необходимо заказывать прокладки без содержания хлоридов. В помещениях с хлорсодержащими парами или газами трубопроводы необходимо защитить от коррозии.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930, ч.4 (2.93), пп.3.5, 5.4 и DIN 50929, ч. 2 (9.85), пп.4; 4.3.5; 5.2; 5.3; 6.2; 7.2.

## 9. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Dy 20 мм



Описание дефектного участка:

Наблюдается наружная поверхностная сквозная коррозия трубопровода с войлочной обмоткой, проложенного под душевым поддоном. Его расшивка швов облицовки имела дефекты. Постоянный приток помывочной воды, а также гигроскопичная войлочная обмотка с открытыми порами привели к быстрому ржавлению трубы насквозь.

При монтаже трубопровода необходимо позаботиться о том, чтобы трубы не имели длительного контакта с влагой. Весь бетонный пол на участке установки душевого поддона должен быть покрыт при монтаже уложенной внахлест пластмассовой пленкой, чтобы не допустить доступа влаги к стальным трубам под поддоном на длительное время.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929, ч.2 (9.85), пп.4, 4.2, 4.3, 5.1, 6.1.1, 6.1.2, 6.3, 7.1, 7.3.



## 10. Тройник из красной бронзы Ду 22 под прессовое обжатие



Описание дефектного узла:

Трубопровод холодной воды из нержавеющей стали проложен под потолком животноводческого помещения для откорма свиней. Монтаж труб проведен с применением соединительных деталей под прессовое обжатие, изготовленных из литейной бронзы Rg 2 (G-CuSn2ZnPb).

При осмотре трубопровода, который пребывал в эксплуатации около одного года, наблюдалась наружная коррозия тройника и самого трубопровода вследствие агрессивной коррозионной атмосферы в хлеву: было установлено присутствие соединений аммиака, сульфидов и хлоридов. На трубе, находившейся под биологическими отложениями, также наметились признаки сквозной коррозии.

Повышенная влажность воздуха в сочетании с конденсатом на трубопроводе холодной воды и аммиачной атмосферой послужили причиной коррозии. Судя по симптомам имела место наружная селективная коррозия. Данное явление ранее не наблюдалось у красной бронзы в массовом порядке, чаще коррозия проявлялась у латуни.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929, ч.2 (9.85), пп. 4, 4.3, 6.1.1, 6.2, 6.4, 7.2, 7.4.

## 11. Соединительные детали и коллектор из литейной красной бронзы для полиэтиленовых труб Dнар 16 и 20 мм



Описание дефекта деталей:

Рассматривается питьевой трубопровод из полиэтиленовых труб, собранный с применением бронзовых соединительных деталей, герметичность соединения между которыми произведена наворачиванием надетых на трубы муфт по резьбе детали и механическим обжатием полиэтиленовой трубы на наконечнике соединительной детали. Материал соединительных деталей и коллектора соответствует красной бронзе Rg 5, содержание цинка несколько выше.

При осмотре наблюдается полная разгерметизация соединений, произошедшая из-за коррозии наконечников деталей, на которые были надвинуты полиэтиленовые трубы; наружная и торцевая коррозия поверхностей наконечников произошла через 11 лет. Вода имела повышенное содержание солей (хлориды, сульфаты, нитраты).

На торцевых поверхностях разрушенных до излома и изношенных наконечников находятся объемные зеленоватые, а под ними красные продукты коррозии. Металлографическое исследование показало наличие селективной коррозии, Образовавшиеся в районе торцевой поверхности коррозионные продукты уносились потоком воды.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930, ч.5 (2.93) пп. 3.4, 4.6, 5.3.





## 12. Переходники Ду 15 мм из алюминия



Описание дефекта:

Наблюдается сквозная эрозионная коррозия переходников, отлитых под давлением из марганцево-кремниевое алюминия. Такие переходники, предложенные в качестве элементов системы питьевого водоснабжения плохо зарекомендовали себя, так как всего через несколько месяцев они были подвержены коррозии.

Алюминий не подходит для систем питьевого водоснабжения, так как содержащихся в питьевой воде кислорода и хлоридов достаточно для того, чтобы в кратчайший срок возникла интенсивная коррозия.

В отопительных системах закрытого типа алюминий, ввиду отсутствия кислорода, сохраняется значительно лучше, если в них не будут вводиться антикоррозийные подщелачивающие растворы.

## 13. Латунный вентиль с наклонным шпинделем



Описание дефекта детали:

Наблюдается обесцинкование материала вентиля, установленного в системе питьевого водоснабжения. Бело-голубоватые солеотложения на поверхности корпуса вентиля говорят о наличии негерметичных мест в стенках корпуса в результате селективной коррозии при обесцинковании.

При равномерной поверхностной коррозии речь идет о послойном обесцинковании, при местной коррозии – обесцинковании с образованием пробоин. В обоих случаях наиболее уязвимым является менее прочный цинк, а медь приобретает губчато-пористый вид. Внешние очертания детали при этом виде разрушения сохраняются, но снижается механическая прочность. Положительную коррозионно-защитную роль могут сыграть различные легирующие добавки.

Разработанные стойкие сплавы имеют обозначение «CR» (corrosion resistant, англ., коррозионно-устойчивые). С повышением содержания в воде хлоридов, сульфатов, нитратов и уменьшением карбонатной жесткости нарастает опасность обесцинкования латуни. Коррозия такого типа наблюдается преимущественно в трубопроводах с температурой теплоносителя более 70°C.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930, ч. 5 (2.93), пп.

#### **14. Заращение проходного сечения трубопровода в местах отбора горячей воды от водонагревателя**



Описание явления заращения:

Заращение проходного сечения наблюдается в фитингах в точках отбора горячей воды от водонагревательных устройств с защитными магниевыми анодами. Наросты появились уже через 1-2 года эксплуатации. Фитинг после 11-ти летней эксплуатации почти полностью закупорен отложениями карбоната кальция. Подача воды была существенно уменьшена. Почти во всех случаях фирмы, занимавшиеся монтажом системы, целыми днями искали причину снижения расхода воды.

В нормативах Союза Немецких Инженеров 2035, стр.1 п.4.1.2 есть ссылка на возможность образования таких наростов, которые считаются катодного происхождения. Катодные отложения встречаются часто в воде с повышенной жесткостью.



Примечательно, что если по тракту движения воды были установлены трубы или изделия из меди и ее сплавов, то на отложениях появлялся медный налет; ионы меди при гальваническом взаимодействии с другими материалами труб и деталей нагревательного оборудования переходили в транспортируемую воду, а затем оседали на отложениях, придавая им краснокоричневую окраску.

Черноокрашенные отложения свидетельствуют о наличии сульфата железа. Защита от зарастаний может быть выполнена только изготовителем водонагревательного оборудования путем конструктивных элементов например в виде установки пластмассовых фитингов или фитингов из нержавеющей стали.



## 15. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Ду 15 мм



Описание дефекта:

Наблюдается коррозия на трубе питьевого водопровода, уложенного в подвале на мокром бетонном основании; длительная подверженность сырости за счет недостаточной изоляции подземной части здания от грунтовых вод привела к проржавлению трубы насквозь на многих участках трубопровода.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929 ч.2 (9.85) п. 4.2, 4.3, 5.1, 6.1., 6.3, 7.1, 7.3 и DIN 1988, ч.7 (12.88) п. 5.3 со ссылкой на DIN 18195 чч. 6, 8-10.

## 16. Медная труба (SF-Cu) размером 15\*1 мм



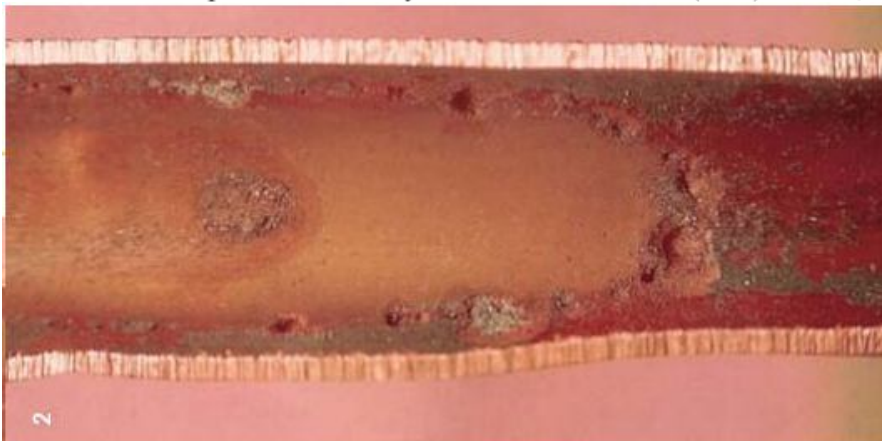
Описание дефекта:

Наблюдается сквозная коррозия трубы примерно через 2 года эксплуатации вследствие агрессивности флюса, примененного при пайке трубы и не удаленного как снаружи, так и внутри трубы после операций пайки. Видимая коричневая пленка, лежащая на поверхности трубы, состоит из окиси меди; образование этой пленки происходит при поверхностном окислении кислородом. Находящийся на трубе вперемежку тонкий зеленый слой состоит из карбоната меди  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ .

В местах избыточного не удаленного внутри флюса видны объемные зеленые язвы. В этом месте они состоят из карбоната меди и покрывают находящуюся под ними прокорродировавшую насквозь медь. Также после удаления вязких остатков флюса наблюдается множество отверстий, расположенных рядом друг с другом, как бусы на нитке.

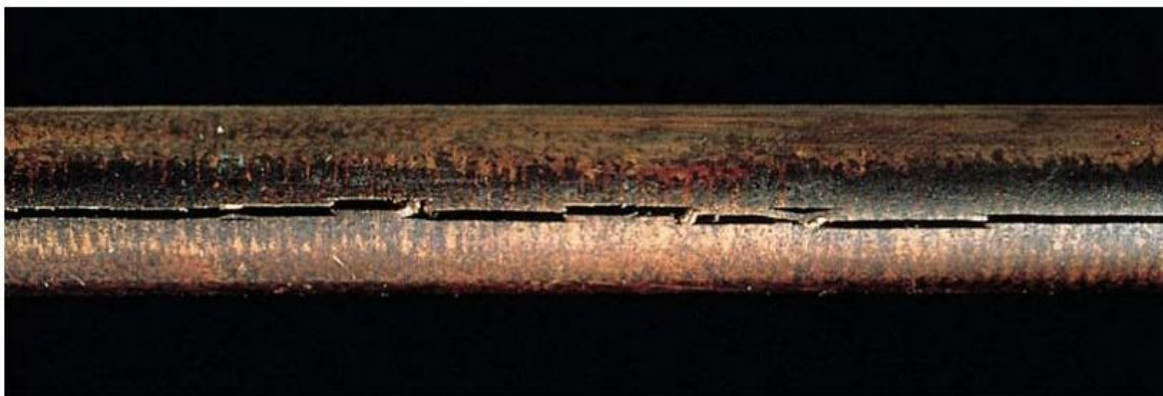
Несмотря на двухлетнюю эксплуатацию использовавшийся при пайке флюс в виде пасты не вымылся потоком жидкости. Работникам, занимавшимся монтажом системы, в качестве более рационального нововведения в технологию пайки, были предложены не соответствующие технологической норме паяльные агрессивные пасты, при которых исключалась операция по механической зачистке медных поверхностей.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930 ч.5 (2.93) пп. 4.3, 6.5.





## 17. Медная труба размером 28\*1,5 мм, состояние, твердое



Описание разрушения:

Медная труба была проложена под бетонным влажным потолком и изолирована трубчатой оболочкой. Коррозионное растрескивание с потерей герметичности и появлением трещины трубы на длинном участке по образующей произошло после непродолжительной эксплуатации.

Подобное разрушение может произойти, если: 1) имеется наличие агрессивных веществ, приводящих к критической ситуации, 2) имеется даже временная влажность окружающего трубу пространства, 3) материал трубопровода подвергается достаточному механическому напряжению. Агрессивными веществами по отношению к меди могут быть аммиак, азотные соединения (например, нитриты).

В настоящем случае имелось воздействие нитрита натрия, входившего в состав изоляционной оболочки трубы. Изоляционные материалы для медных труб должны быть свободными от примесей аммиака, азотистых соединений и сульфидов.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929 ч.1 (9.85) пп. 5,5.5.3; ч.2 (9.85) п. 6.4; DIN 1988 ч.7 (12.88) п. 5.3.

## 18. Медная трубы размером 18\*1 мм

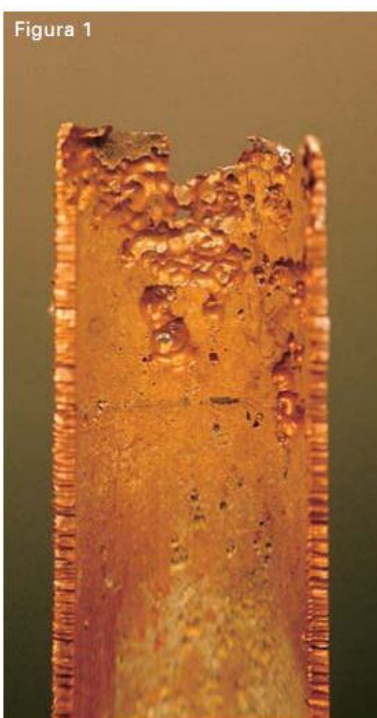






Figura 3 • Tubería con rebabas

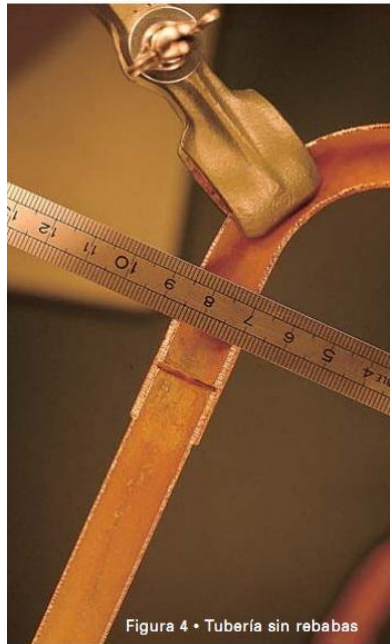


Figura 4 • Tubería sin rebabas

#### Описание дефекта:

Рассматривается участок трубы циркуляционного горячего водопровода, в котором не был удален грат. На местах нарушения поверхности трубы были выявлены небольшие углубления. Грат на внутренней стенке частично снесен. Вид и расположение поверхностного разрушения трубы свидетельствуют о типичной форме эрозии.

За счет сужения поперечного сечения трубы в районе сварного соединения с удаленным гратом усиливается скорость потока воды и возрастают местные турбулентные завихрения; местные скорости потока могут при этом превышать расчетные в 10 раз. Эрозия возникает при очень высокой скорости жидкости в результате чего происходит ускоренное смывание постоянно образующейся защитной оксидной пленки меди.

В трубопроводах водоснабжения и отопления зданий эрозия медных труб почти всегда встречается в циркуляционных трубопроводах. Расчетная скорость потока воды в циркуляционном водопроводе не должна превышать 0,5 м/с (DIN 1988 ч.3). Грат и сужение сечения всегда являются причиной эрозии.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930 ч.5 (2.93) пп. 3.3, 5.4, 6.1.

#### 19. Латунная резьбовая переходная муфта Ду 40 мм, соединяющая пластмассовую и металлическую трубы



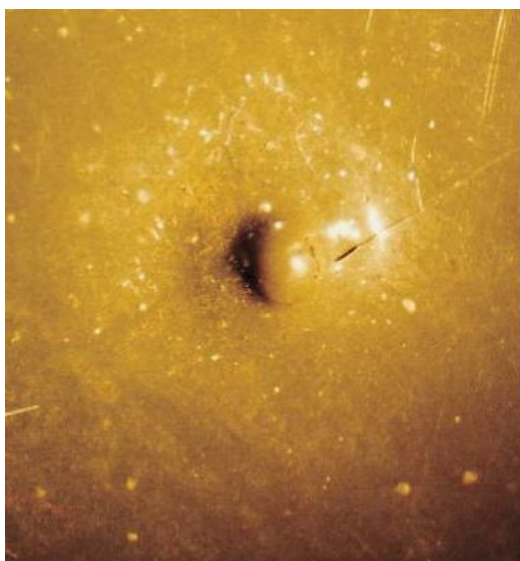
Описание повреждения:

Рассматривается соединительная деталь – муфта - наружного питьевого водопровода, уложенного в земле. Соединяемые детали имели наружную коническую резьбу и внутреннюю цилиндрическую, по которым происходила сборка. При осмотре муфты наблюдается сквозное отверстие больших размеров, вызванное следующими негативными факторами. Коррозионное растрескивание под напряжением из-за расширения цилиндрической резьбы при завинчивании в нее конической резьбы.

Подобный вид коррозии является типичным для латуни. Если материал достаточно мягкий (соответствует твердости по Бринелю  $HВ\ 2,5/62,5 < 115$ ), то при завинчивании конической резьбы может произойти деформация ответного элемента с уменьшением напряжения при растяжении ниже критической величины. Коррозионное растрескивание муфты было вызвано также агрессивностью грунтовых вод. Содержание аммиака в этих грунтовых водах, вблизи районов сельскохозяйственного использования, равно около 1 мг/л, что достаточно для данного типа коррозии.

Эрозионное вымывание латуни течением воды с большой местной скоростью. К материалам, обладающим очень небольшой подверженностью коррозии растрескиванием, относится литейная красная бронза. При использовании латуни нужно следить за тем, чтобы на заводе-изготовителе производился мягкий отжиг деталей и изготовитель подтвердил то, что у полученной латуни выдержана максимальная величина твердости.

## 20. Стальной водонагреватель с внутренней полимерной облицовкой



Описание процессов, приводящих к нарушению конструкции.

В ходе эксплуатации водонагревателя происходит проникновение водяных паров через слой пластмассовой оболочки к стальным стенкам корпуса нагревателя и ослабление прочности связи "пластмасса-сталь", вследствие чего следует отслаивание оболочки и образование на ней вздутий. Отслоению способствует различие величин температурных удлинений: коэффициент температурного линейного расширения пластмассы на порядок больше, чем у стали.

Накапливающиеся пары за оболочкой, в конце концов, приводят к дальнейшему повышению вздутий и их разрыву, после чего нагреваемая вода вступает в непосредственный контакт со сталью. Только благодаря достаточно толстому и целостному изоляционному покрытию водонагревателя и требуемому производителем ограничению максимально допустимой температуры воды, разницу температур поверхности пластмассы и стальной стенки можно держать на таком минимальном уровне, который обеспечит достаточно длительный срок службы водонагревателя.

Температурное ограничение должно быть доведено до сведения пользователя хорошо видимой предупредительной надписью, сделанной на заводе-изготовителе. Участки подсоединений рабочих трубопроводов, проходящих через изоляционный полимерный слой, должны быть защищены особенно тщательно. Перед тем, как устанавливать пластмассовую изоляцию, обязательно должны быть проверены: ее прогнозируемый срок службы, склонность к охрупчиванию, гигиенические и токсические свойства.

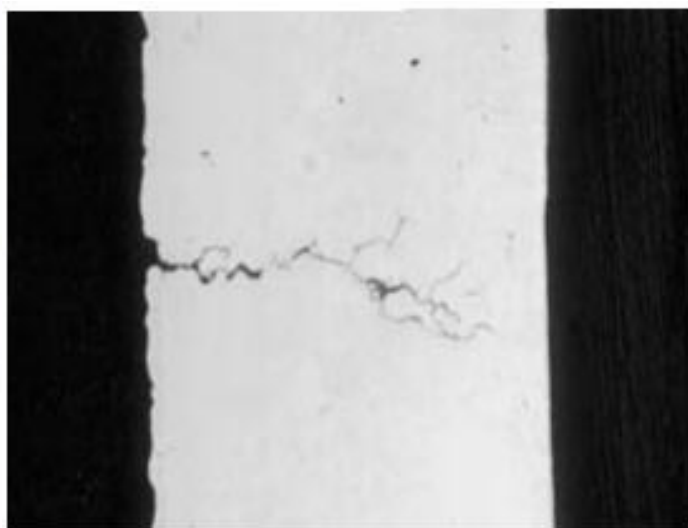
Ссылка на источник:

В. Швенк. Исследовательские отчеты Маннесман: коррозия и защита от коррозии водонагревателей, 1970.

Й. Вейдельт. Метод испытания на определение продолжительности срока эксплуатации органических наслоений в мягких трубах при контакте с водными средами. 3R- international, 23, вып. 7/8 (июль-август) 1984.

Доктор С. Л. Крузе. Коррозия и образование накипи при водоподогреве; инженер по вопросам обеспечения здоровья - Сантехническое и отопительное оборудование – строительная физика – техника по охране окружающей среды 110 (1989) вып.1.

## 21. Латунный никелированный сифон для умывальника



Описание дефекта детали:

Сифоны установлены в гостиничных номерах, не имевших своего туалета. Коленообразный сифон выполнен из тянутой латунной трубы и снаружи никелирован и хромирован. При осмотре сифона наблюдаются поперечные к оси трубы сквозные трещины, делающие трубу негерметичной. Исследование выяснило, что причиной разрушения является коррозия растрескиванием.

Это происходит ввиду воздействия агрессивного аммиака и большого напряжения при растяжении в трубе сифона, обусловленные особенностями технологии производства трубы и ее изгиба. Разбирательство условий эксплуатации и появления аммиака в канализуемой воде навело на мысль об использовании умывальников не по прямому назначению, а возможно в качестве приемника мелкой нужды взамен унитаза. В большой гостинице пришлось менять все сифоны в номерах без туалетов.



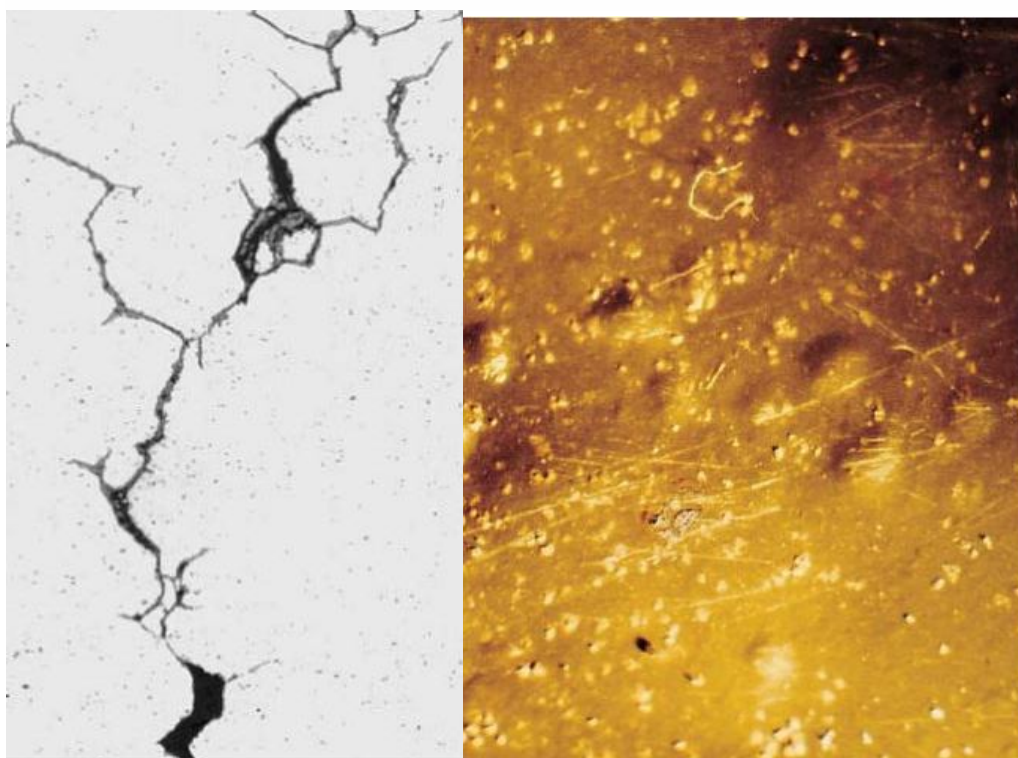
К средствам, вызывающим коррозию растрескиванием, относятся: аммиак и аммиачные соединения (например, в чистящих средствах, моче), аммоний, нитриты, уксусная кислота (например, в чистящих средствах, используемых в быту, которые улетучиваются естественным путем), сульфиды, сульфаты, фруктовые соки, дезинфекционные средства, герметики (например, силиконы кислотного или щелочного отверждения в качестве герметиков для мест прохождения труб через строительные конструкции) и изоляционные материалы, обогащенные вышеперечисленными веществами.

Коррозии растрескиванием подвержены все сорта латуни, также сплавы меди с содержанием мышьяка и кремния, так как критическое напряжение при растяжении, необходимое для коррозионного растрескивания, быстро достигается, что обусловлено особенностями изготовления, обработки, монтажа и эксплуатации изделий из таких металлов.

Исследованиями, выполненными в Швеции, определено, что напряжение более 80 Н/мм<sup>2</sup> уже является критическим для начала коррозионного растрескивания. Для нормальных эксплуатационных условий (сухие помещения) производитель должен поставлять только отожженные, без напряжения, латунные фитинги и прочие детали из сплавов меди, чтобы, например, при изготовлении резьбовых соединений согласно DIN 2999 или гильз под прессовое обжатие была обеспечена достаточная вязкость материала.

Проверка металла на восприимчивость к коррозии растрескиванием может быть проведена путем капельного анализа аммиачным раствором (реактив Несслера) по DIN 50916, ч.2.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929, ч.1 (9.85), пп. 5.5; 5.5.3; ч.2 (9.85), пп. 4;5.3; 6.4.



## 22. Пластмассовый трубопровод из полипропилена, тип 3 размером 50\*8,4 мм



Описание дефектных узлов трубопровода:

Рассматриваются 3 узла, вырезанные из дефектного распределительного трубопровода, подававшего горячую воду от водонагревателя. На 1-м узле в виде продольно разрезанной пополам трубы видно сплошное по длине и всему поперечному сечению сланцевое известковое отложение толщиной до 3 мм. В 2-х других узлах, включающих трубу и фитинги (отводы 90°), соединенные раструбной сваркой, также проходное сечение заполнено отложениями. Известковые сланцы вырабатывались в полипропиленовом трубопроводе непосредственно после водонагревателя на протяжении около 2 м.

Начиная с максимальной толщины 2-3 мм, образовавшиеся известковые слои отскочили от стенки трубы из-за различных коэффициентов теплового линейного расширения у полипропилена и известняка. Поток воды относил эти отслоения в трубопроводную систему. Далее они забивались в местах поворота труб, в вентилях и другой арматуре и через два года свели на нет подачу горячей воды. По данным монтажников водонагреватель эксплуатировался при температуре максимум в 60°C.

Уменьшение температуры в водонагревателе до 55°C, 50°C и 45°C не устранило проблему образования известковых наростов. Карбонатная жесткость воды составляла около 15°. Как показал рассмотренный практический случай, пластмассовые трубы водоснабжения могут также создавать проблемы, хотя их и широко рекламируют как не образующие наростов извести и отложений. Чтобы не допустить образования известковых отложений см. DIN 1988, ч.7 (12.88) п. 4, а также требования, вытекающие из правил эксплуатации водонагревателей в нормах Союза Немецких Инженеров 2035, стр.1 (9.94, 4.96) п.4.





### 23. Поэтажный пластмассовый коллектор для подключения пластмассовых трубопроводов системы отопления



#### Описание дефекта:

Подключения труб отопления к подающему и обратному коллекторам разгерметизировались уже через один отопительный сезон. Как в подающем коллекторе, так и в обратном, из мест подключения капала вода. Причиной являлась разгерметизация соединений; материал колец круглого сечения был неподходящим. Чтобы предотвратить возможные проблемы подключения при ослаблении зажатия и повторном обжатии трубопроводов, изготовитель коллекторов в письменном виде ссылается на следующее обстоятельство:

«Если пластмассовая рабочая труба помещена в защитный пластмассовый кожух в виде пластмассовой трубы большего размера по диаметру, просьба следить за тем, чтобы радиатор за полчаса до отключения трубы от коллектора был включен на полную мощность и температура нагрева была максимальной, с тем чтобы трубы отопления могли хорошо прогреться. Иначе может случиться так, что трубы в результате охлаждения сожмутся на 15 см, в результате чего повторное их подключение будет очень сложно. После нагрева у Вас есть полчаса, в течение которых надо заменить подключение трубы к коллектору».

Здесь показана проблема, связанная с прокладкой пластмассовых труб без обеспечения компенсации температурных удлинений. Если при повышении температуры соответствующее удлинение трубы невозможно по конструктивному исполнению прокладки труб, то изменяется толщина стенки трубы. При охлаждении труба пытается сократиться; при этом возникает напряжение при растяжении, в результате которого недостаточно прочно закрепленные подключения к коллектору могут вырваться из мест их соединения. Полиэтиленовые трубы PEX могут сокращаться по длине максимум на 3% (DIN 16892).

Попеременные нагрузки растяжением и сжатием при смене температур могут затем перемещаться исключительно в область растяжений. Обжимные муфты фитингов и гильзы под прессовое обжатие в подключаемых соединениях труб к коллектору должны быть в состоянии оказать длительное сопротивление нагрузкам на растяжение, причем они не должны разгерметизироваться или ослабляться.



## 24. Труба из хлорированного поливинилхлорида (ХПВХ) PN 25 Dy 12 мм



Описание дефектного участка:

Рассматриваются трубы, подающие горячую воду от электронагревательного бойлера емкостью 80 л. Несмотря на значительную раздачу трубы под раструбное клеевое соединение, они выдержали нагрузку. Излом трубы произошел только в местах подсоединения арматуры. Ущерб был значительным.

Наблюдаемые внешний вид и форма разрушенной трубы позволяют сделать вывод о наличии пластической деформации в результате перегрева материала при одновременном воздействии давления в трубе. Установлены превышение максимально допустимой температуры для данной поливинилхлоридной трубы в зависимости от давления и продолжительность такой нагрузки.

Обследования показали, что почти после 6-ти летней эксплуатации, 1988-1994 гг., температурный регулятор бойлера был неисправен. Температура настройки регулятора температуры на отключение равнялась 110°C.

На основе документальных данных, к которым был получен доступ, изготовитель рассматриваемых труб в 1992 г. написал Руководство по установке труб ХПВХ и их эксплуатации, в котором записано, что трубы можно подсоединять напрямую к термальному источнику, проточному водонагревателю или бойлеру при температуре, не превышающей 85°C.

При более высоких температурах рекомендовалось производить установку металлических труб на длину не менее 50 см от нагревателя. При этом пластмассовые трубы необходимо защитить так, чтобы температура воды и давление не превышали 100°C и 4 бар. Это требование не было соблюдено в представленном случае.

## 25. Труба из сшитого полиэтилена (СПЭ/РЕХ-а) Dнар 15 мм



Описание дефектного участка:

Рассматривается труба системы, подающей горячую воду от теплообменника. Труба и источник тепла соответствовали действующим стандартам. Нарушений при проведении монтажа не было. Разрыв трубы привел к возникновению значительного ущерба.

Наблюдаемые внешний вид и форма произошедшего разрушения трубы позволяют сделать вывод о превышении максимально допустимой температуры при данном рабочем давлении и продолжительность воздействия обоих параметров. Вид разрушения характерен для термопластичных труб: местное значительное увеличение диаметра и продолговатая щель из-за разрыва получившейся тонкой стенки трубы.

Известно, что повреждения такого рода имеют место у трубопроводов горячего водоснабжения и отопления. Согласно VOB ч.С «Общие технические договорные условия проведения строительных работ (ATV) », DIN 18 299 п. 2.1.3 (вып. 9/88, 12/92) материалы и детали должны быть пригодны и соответствовать цели применения.

Задачей проектировщика трубопроводной системы является выяснить предельные условия эксплуатации отдельных материалов и деталей так, чтобы при их установке и эксплуатации в течение намеченного периода времени была обеспечена безопасность, пригодность при температурных, механических и прочих нагрузках.

Трубы, проложенные внутри строительных элементов, под штукатуркой, на мокром бетонном основании или скрытые от доступа должны рассчитываться на более чем 50-ти летний срок службы. Система должна в течение этого времени быть пригодна к обычному использованию без перебоев. Повреждения, не поддающиеся ремонту, либо очень большие по масштабу и на большую сумму денег, также не должны проявляться в случае неисправности.

В ходе рассмотрения обстоятельств представляемого разрушения полиэтиленовой трубы определено, что источник тепла превысил все максимально допустимые для трубного материала температурные значения, хотя регулятор температуры был установлен ниже допустимого предела.

Поэтому для использования материалов, восприимчивых к давлению и температуре при изготовлении нагревательных аппаратов производителю необходимо выяснить, какую максимальную температуру или давление могут в случае неисправности создавать его аппараты даже после срабатывания блокировки.

При этом эксплуатационные возможности оборудования определяют не по результатам испытаний и исследований, а по наиболее возможным отрицательным отклонениям от заданного эксплуатационного режима, которых следует ожидать в пределах установленного срока службы. Эти данные должны быть представлены в письменном виде. Данные по нормированному оснащению водонагревателей хозяйственно-питьевой воды содержатся в DIN 4753, ч.1 (март 1988) п.6.7.

Литературные источники:

Й. Вейнхольд. Пластмассовые трубы в системе питьевого водоснабжения зданий, ч.4 ИКЦ Хаустехник, вып.1 1992, стр. 30; издательство Штробель, 59806 Арнсберг.

Информация отраслевого объединения сантехнического и отопительного оборудования и климатехники земли Бавария: номер 2/87; 2/91; 12/93; 5/94; 8/94; 4/99; 80687 Мюнхен.

Карл Й Хайнеман. Трубопроводы систем водоснабжения и отопления зданий – материалы, соединения, предельные эксплуатационные условия, установка. 3/95, стр. 190, издательство Георг Сименс, 12207 Берлин.

#### **26. Труба из сшитого полиэтилена (СПЭ/РЕХ-а) размером 14\*2мм с антидиффузионным барьером**



Описание дефекта: наблюдается

Рассматривается участок трубы системы радиаторного отопления, проложенной в строительной конструкции пола по типу «труба в трубе» (рабочая труба внутри защитной гофрированной полимерной трубы большего диаметра). Повреждение произошло в месте поворота трубы из горизонтального положения в вертикальное. Изгиб трубы при выходе ее из пола располагался в пластмассовом отводе 90°, далее труба снизу подсоединялась к радиатору.

На месте повреждения виден излом стенки трубы по внутреннему радиусу поворота и видны трещины в области излома. У различных трубопроводов возникали повреждения схожего характера. После введения системы в эксплуатацию до нарушения трубы прошло время 3-5 лет. Внешний вид излома наводит на предположение, что труба вследствие периодического поочередного расширения и сжатия, обусловленных сменой температур и возникающих напряжений, многократно сгибалась-разгибалась и затем разрушилась.



При проектировании мест поворотов целостной трубы РЕХ и при ее монтаже следует обращать внимание на то, чтобы защитный кожух не давал полиэтиленовой трубе возможности надламливаться. Соответствующие указания можно найти в проектной документации и инструкциях по монтажу изготовителя, либо продавца трубопроводных систем.

## 27. Хромированная труба из нелегированной стали размером 15\*1 мм



Описание дефекта:

Рассматривается комплект в виде пары стальных присоединительных элементов к радиатору (подающий и обратный трубопроводы системы отопления) с углами поворотов при скрытой прокладке и подключением к нагревательным приборам снизу из пола; сами разводящие трубопроводы системы отопления выполнены из сшитого полиэтилена (СПЭ), размер труб 17x2 мм. Трубы были проложены под наливным полом на бетонное основание и укрыты тепло- и звукоизоляцией.

Наливной пол включал строительный камень, цементный раствор, гидроизоляцию из полиэтиленовой пленки и поверху битумное гидроизоляционное покрытие. При осмотре подсоединительных элементов наблюдается хорошо видимая поверхностная коррозия со сквозным отверстием в той части трубок, которая находилась в теле наливного пола в месте их выхода наружу. Негерметичность была выявлена через 4 года после установки отопительной системы.

В местах выхода труб из пола очень часто возникает сырость, будь то пол с твердым или гладким покрытием, который чистят насырую. Не исключено, что в зазор между подсоединительной трубкой и чистым полом не будет попадать влага. Даже квалифицированно заделанные зазоры с применением эластичных герметиков не будут обладать герметичностью на длительный срок.

## 28. Трубы из сшитого полиэтилена (СПЭ) Dнар 12-20 мм



Описание дефектных образцов:

Рассматриваются образцы труб, подвергшиеся отрицательным температурам, а также совокупной нагрузке: высокой температуры и высокого давления. При обоих типах нагрузки наблюдается разрыв стенки трубы.

В случае возникновения возможного повышения давления и температуры следует учитывать все известные и ожидаемые эксплуатационные условия, даже те, которые не брались в расчет. Например, неправильное обслуживание, отключение холодной воды, засорение трубопроводов, отказ насоса, сбой в работе системы защиты от перепадов давления.

## 29. Латунный шаровой кран Ду 25 мм



Описание дефекта крана:

Шаровой кран был установлен на подающем коллекторе системы радиаторного отопления. Система была опорожнена ввиду опасности ее замораживания от приближающихся холодов, шаровой кран находился в монтажном положении «горизонтально», расположение рукоятки крана «вверх», положение крана «открыто». Конструктивная особенность шарового крана (и дргих кранов, установленных в системе, и взятых от одного производителя) состояла в наличии полости между внутренней стенкой корпуса и наружной поверхностью поворотной сферы (шара).

Не смотря на то, что кран был открыт, все же в нем осталась вода, которая заполнила полость и не удалась. Наступивший холод заморозил оставшуюся воду, вследствие чего произошел разрыв стенки корпуса крана. То же разрушение, с появлением сквозных трещин, случилось у остальных шаровых кранов.

Во время инспекции было установлено, что в монтажном положении «горизонтально», рукоятка крана «вбок» или «вниз» вода вытекает частично. Только при угле закрытия в 30-45° из полости выходит вся вода.

Подобную конструктивную особенность шарового крана не мог заметить ни специалист, устанавливавший трубопроводы отопления, ни тот, кто эксплуатировал эту систему. Шаровой кран такой конструкции оказался не пригоден для эксплуатации. Запорная арматура инженерных систем должна быть сконструирована таким образом, чтобы в открытом положении из нее полностью выходила жидкость.

Примечание. Во избежание подобных негативных последствий рекомендуется предварительно проверять отдельно взятый шаровой кран и практически определить в различных монтажных положениях отсутствие в нем остатков воды.



### 30. Стальная оцинкованная труба по DIN 2444 Dy 20 мм



Описание повреждения:

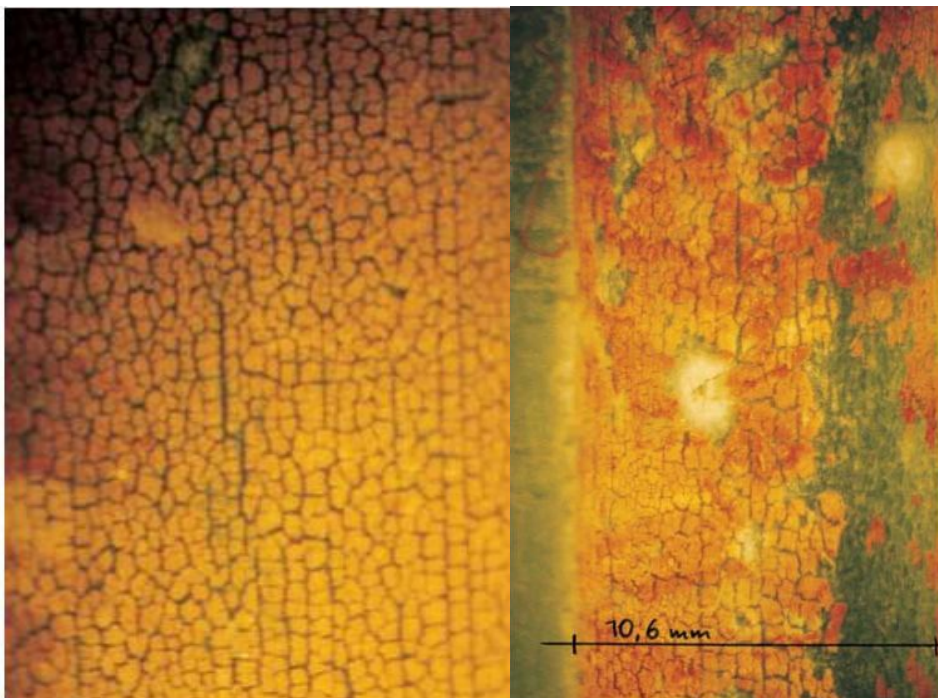
Рассматривается трубопровод питьевого водопровода, который был проложен по боковым сторонам жилого отапливаемого мансардного этажа; он имел теплоизоляционный слой толщиной примерно в 20 мм. Несмотря на теплозащиту, вода в трубопроводе замерзла. Ввиду повышения давления в трубе, связанного с увеличением объема воды при замерзании (примерно на 9%), трубы полопались по производственно-технологическому сварному шву.

Теплоизоляция труб не могла предотвратить замерзание, либо замедлить его. У труб меньшего условного прохода более толстая изоляция вряд ли даст преимущества, так как в маленьком объеме воды будет содержаться меньшее количество теплоты.

Если не удастся избежать прокладки труб в морозонеустойчивых помещениях, то в качестве защиты от мороза нужно предусмотреть вспомогательную систему отопления. Из-за произошедших аварий с замерзанием трубопроводных систем, нанесших значительный материальный ущерб, Комитет по нормам и стандартам принял соответствующее дополнение к DIN 1988.

### 31. Труба из полипропилена (ПП), тип 3, размером 16\*2,7 мм PN 20





#### Описание дефекта:

Наблюдается участок циркуляционной трубы горячего водопровода жилого дома. По данным фирмы, занимавшейся установкой водопровода, время эксплуатации около 15 лет. Водонагреватель емкостью 300 л отапливался от бойлера, обслуживаемого котлом мощностью 40 кВт. Водонагреватель, по сведениям эксплуатирующей службы, подавал воду температурой 60°C, давление в системе составляло 3-4 бара.

Удаленный отрезок дефектной трубы по внутренней стенке охрупчен по всей длине и требовал замены. Внутренняя поверхность трубы покрыта сквозными поперечными и продольными трещинами. Причина дефекта состоит в разрушении макромолекулярной структуры полипропилена вследствие «старения» пластмассовой трубы. На исследованном отрезке трубы это повреждение видно на глубину половины толщины стенки, но видны также и глубже затронутые слои.

Светлые пятна на наружной поверхности трубы указывают на неоднородность структуры материала (так называемый «белый излом»). На различных участках внутренней поверхности наблюдается снесенный слой материала, обусловленный, по всей видимости, проявившимся процессом эрозии (механическим выносом материала). В местах эрозионного ослабления толщины стенки произошло превышение предельных величин растяжения полипропилена и наступили необратимые структурные изменения.

Производитель труб и их продавец в своем, сделанном в лаборатории, заключении опираются на то, что "система эксплуатировалась при условиях, недопустимых для наших труб". Они ссылались на то, что при соблюдении указанных в стандарте эксплуатационных условиях, эту трубную систему можно вполне безопасно эксплуатировать (до 50 лет условной эксплуатации согласно DIN 1988). По DIN 1988 (12,88) ч.2 п. 2.2.3, табл. 1 (область горячего водоснабжения) допустимы температуры в 60°C.

Только для проверенных и зарегистрированных германским союзом DVGW труб и трубных соединений этот предел был увеличен до 70°C. (Решение отраслевого комитета DVGW: "Трубы в отопительных и канализационных системах зданий" от 30.11.88). Согласно заявлению производителя его новые трубы последнего выпуска выдерживают температуру 70°C при рабочем давлении в 8,5 бар, коэффициент запаса 1,5; прогнозируемая длительность эксплуатации минимум 50 лет.



Даже при постоянной температуре в 80°C и давлении в 6,5 бар, с вычисленным напряжением в стенке трубы в 1,63 Н/мм<sup>2</sup>, при прогнозе 15 лет эксплуатации, никакого повреждения материала с разрывом трубы отмечено не было. Вредное воздействие ультрафиолетовых лучей в результате долгого хранения полипропиленовых труб на открытом месте исключается, так как трубы повреждены изнутри, а не снаружи.

Также нет признаков прямого контакта с медью или латуной (критично при температурах более 70°C и водородном показателе равном или менее pH≤6,5). Производитель отказался проводить работы по устранению повреждения, мотивируя тем, что возраст установленных труб был более 10 лет и было нарушение норм DIN 1988; однако, было предложено компромиссное решение.

| Temperatura | Años de servicio | Serie de tuberías                                   |       |       |
|-------------|------------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|
|             |                  | 4                                                   | 6     | Unión |
|             |                  | PN 10                                               | PN 20 | PN 25 |
|             |                  | Presión servicio admitida (factor de seguridad 1,5) |       |       |
| 20° C       | 1                | 15,1                                                | 30,1  | 37,7  |
|             | 5                | 14,0                                                | 28,0  | 35,0  |
|             | 10               | 13,5                                                | 27,1  | 33,8  |
|             | 25               | 13,2                                                | 26,4  | 32,7  |
|             | 50               | 12,9                                                | 25,9  | 32,3  |
| 30° C       | 1                | 12,8                                                |       |       |
|             | 5                | 12,0                                                | 24,0  | 30,0  |
|             | 10               | 11,7                                                |       |       |
|             | 25               | 11,3                                                | 22,7  | 28,3  |
|             | 50               | 11,1                                                |       |       |
| 40° C       | 1                | 11,1                                                | 22,1  | 27,7  |
|             | 5                | 10,4                                                |       |       |
|             | 10               | 10,1                                                | 20,3  | 25,3  |
|             | 25               | 9,7                                                 |       |       |
|             | 50               | 9,2                                                 | 18,4  | 23,0  |
| 50° C       | 1                | 9,5                                                 |       |       |
|             | 5                | 8,9                                                 | 17,9  | 22,3  |
|             | 10               | 8,7                                                 |       |       |
|             | 25               | 8,0                                                 | 16,0  | 20,0  |
|             | 50               | 7,3                                                 |       |       |
| 60° C       | 1                | 8,3                                                 | 16,5  | 20,7  |
|             | 5                | 7,6                                                 |       |       |
|             | 10               | 7,2                                                 | 14,4  | 18,0  |
|             | 25               | 6,1                                                 |       |       |
|             | 50               | 5,5                                                 | 10,9  | 13,7  |
| 65° C       | 1                | 7,5                                                 | 14,9  |       |
|             | 5                | 6,7                                                 | 13,5  | 16,8  |
|             | 10               | 6,2                                                 | 12,6  |       |
|             | 25               | 5,3                                                 | 10,7  | 13,3  |
|             | 50               | 4,9                                                 | 10,2  |       |
| 70° C       | 1                | 6,7                                                 | 13,3  | 16,7  |
|             | 5                | 6,0                                                 | 12,0  |       |
|             | 10               | 5,3                                                 | 10,7  | 13,3  |
|             | 25               | 4,5                                                 | 9,1   |       |
|             | 30               | 4,4                                                 | 8,8   | 11,0  |
| 75° C       | 50               | 4,3                                                 | 8,5   |       |
|             | 1                | 6,2                                                 | 12,3  | 15,5  |
|             | 5                | 5,3                                                 | 10,7  | 13,4  |
|             | 10               | 4,6                                                 | 9,3   | 11,6  |
|             | 25               | 3,7                                                 | 7,5   | 9,3   |

Tuberías compuestas tipo Stabi: mayor capacidad con menores espesores de pared y valores volumétricos superiores

 Agua potable fría

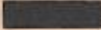
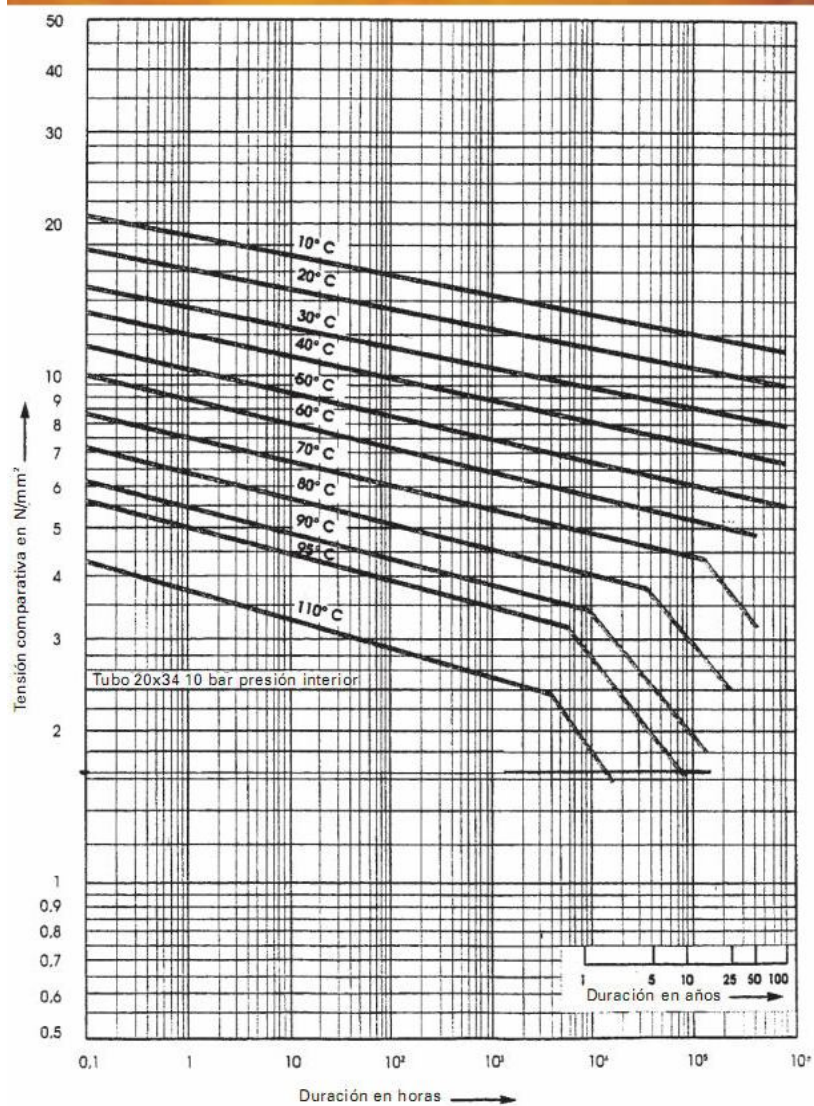
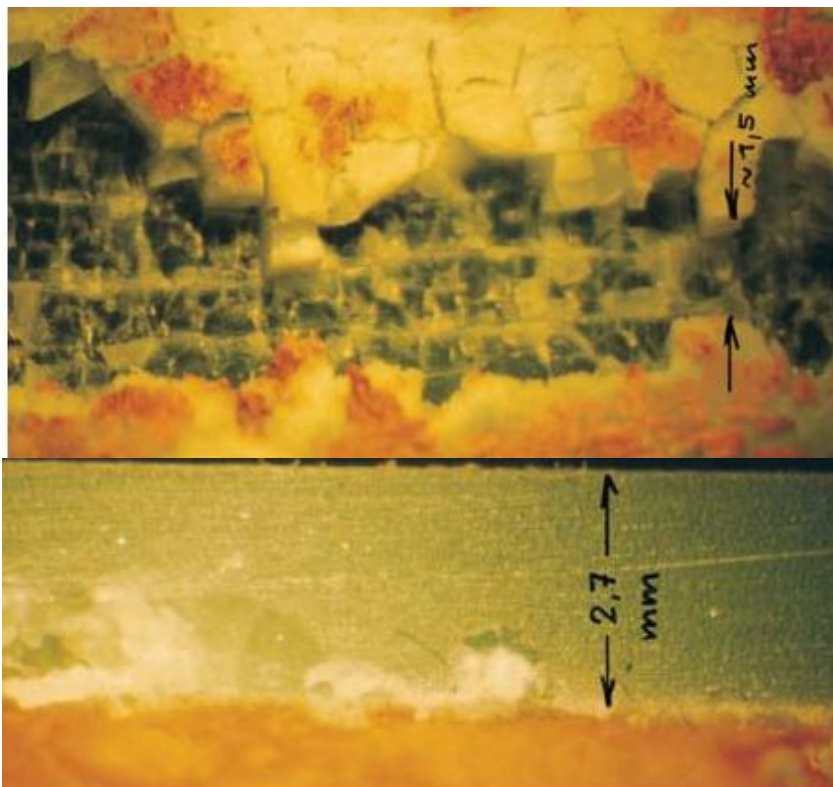
 Agua potable caliente

Tabla conjunta  
Conducciones calefacción





## 32. Трубы из сшитого полиэтилена (СПЭ) размером 14\*2 мм



Описание дефекта:

Рассматриваются концы 2-х труб с надетыми на них латунными обжимными соединителями (адаптерами), подсоединяемыми к подающему и циркуляционному коллекторам радиаторной отопительной системы. Трубы были проложены в полу по типу «труба в трубе».

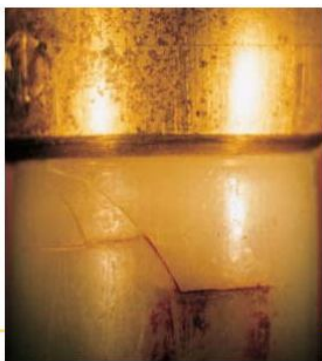
На одной трубе наблюдается поперечная сквозная щель, расположенная на внутренней стороне небольшого изгиба, также видны продольные надтреснутости длиной до 15 мм. Под микроскопом видно, что все трещины находятся на внешней поверхности трубы и располагаются примерно через 3 см от края латунного обжимного кольца соединителя. Их можно найти только на вогнутой (с меньшим радиусомгиба) стороне.

Вытекавшая из щели горячая вода окрасила поверхностную защитную антидиффузионную этиленвиниловую пленку в коричневый цвет. Повреждение имело место через 5 лет после начала эксплуатации отопительной системы. Другая труба также имела продольные трещины, которые продолжают в виде лучей в направлении обжимного кольца. Здесь разрыв трубы произошел через 8 лет эксплуатации.

Для обоих случаев можно предположить, что причины образования трещин кроются в напряжении при растяжении и изгибе, а также от напряжений температурного удлинения (нагревом горячей водой) труб, то есть, их сжатия при невозможности свободного движения концов труб.

Например по DIN 16892, у труб из СПЭ продольное максимально допустимое сжатие труб может составлять 3%. В трубопроводах, прокладываемых методом «труба в трубе» эти сжимающие усилия могут отрицательно отразиться, из-за жестко закрепленных элементов радиаторов и коллекторов, на соединениях с ними, а также на места поворота (изгиба) труб. Проектировщик обязан учитывать подобные продольные усилия сжатия и принимать конструктивные меры (промежуточную фиксацию) с тем, чтобы упомянутые места подключения находились без напряжений.





### 33. Металлополимерная (МП) труба Dнар 10 мм



#### Описание дефекта:

Рассматривается фрагмент трубы, подсоединявшейся к радиатору. После 4-летней эксплуатации внутренняя полиэтиленовая оболочка трубы отслоилась от алюминиевой трубки на длине примерно 60 см. Поводом для отыскания повреждения стало значительное ослабление теплоотдачи радиатора. Первоначально имелось предположение, что нарушилось регулировочное устройство температуры радиатора или нарушилась гидравлическая балансировка стояков отопительной системы.

С помощью зонда, который применяется для затяжки электрических кабелей, дефект был обнаружен в подводящей к радиатору трубе. Поиск повреждения и устройство вспомогательного отопления обошлись дорого. Деформация внутреннего полимерного слоя трубы со смещением его к противоположной стенке частично настала в результате потери адгезионного сцепления пластмассы и алюминия.

Наряду с напряжениями, которые получаются за счет разницы значений коэффициентов теплового линейного расширения (пластмасса удлиняется примерно в 10 раз больше, чем металл), ослабление связи между внутренней полиэтиленовой оболочкой и алюминиевой трубкой возможно также по причине старения адгезива (клеящего состава), впитыванием газов, растворенных в воде, либо критического размягчения адгезива в пределах возможной температурной нагрузки от теплоносителя.

Рекомендуется производителю металлополимерных труб извещать покупателя о том, что трубный материал и соединительные детали таких труб имеют ограничения по условиям применения, указав их в руководстве по эксплуатации, с тем, чтобы при установке или замене водонагревательного оборудования это могло быть учтено. Длительная эксплуатационная стойкость металлополимерных труб в зависимости от толщины составляющих ее слоев, диаметра труб, состава адгезива (клея) может быть выявлена только эмпирически.



Примечание. Подобная ситуация, скорее всего, произошла после подачи перегретой воды, при которой внутренняя полиэтиленовая оболочка размягчилась настолько, что при аварийном отключении системы и снятии давления в трубе, она поэтапно отклеилась от алюминиевой трубки, провисла под собственным весом, сохранила свою новую форму с последующим остыванием воды; в результате было деформировано проходное сечение.

Литература:

В. Ланглуис. «Многослойные трубы с нарастающей тенденцией» форум SKZ, март 1998, Бюрцбург.

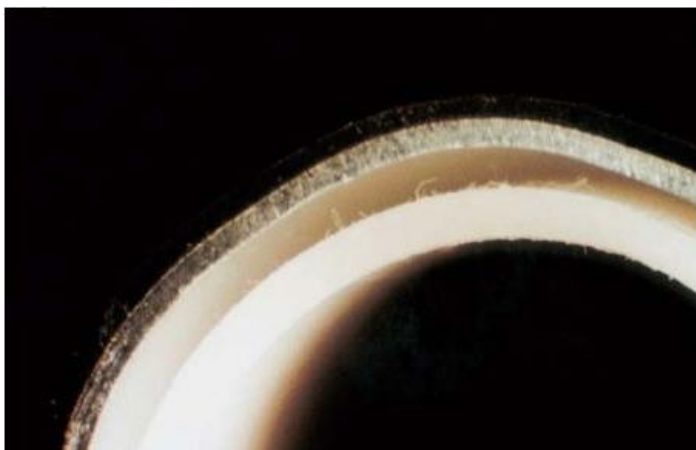
В. Ланглуис, «Многослойные трубы, недооцененная альтернатива», SBZ 8/1998, стр. 52, изд-во Гентнер, Штутгарт.

Б. Генат и др. Дискуссия SHT относительно соединителей труб, SHT 4/1997, стр. 74 и SHT 3/1997, стр. 118, изд-во Краммер, Дюссельдорф/

Докт. С.Л. Крузе «Требования, предъявляемые к сантехническим и отопительным трубам» ИКЦ-Хаустехник 13/1992, стр. 51.

Карл Й. Хайнеман «Это могло создать юридические трудности» SHT 3/1996, стр. 115, изд-во Краммер, Дюссельдорф.

### 34. Металлополимерная (МП) труба Dнар 20 мм

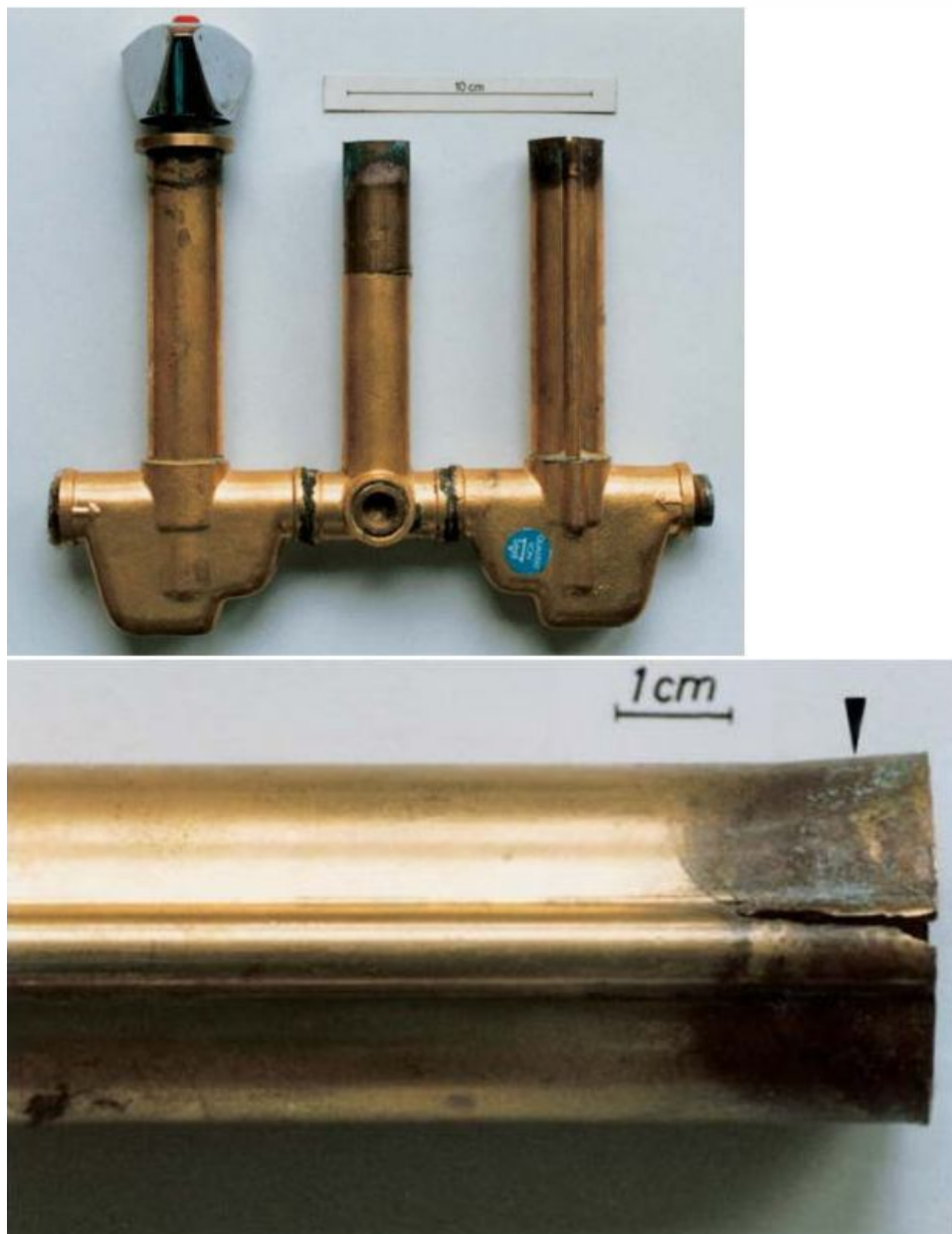


Описание дефекта:

На участке дефектной трубы наблюдается вздутие, увеличение диаметра приблизительно на 10%. Осмотром трубы установлено качество фиксации слоев между собой, а также качество сварного шва алюминиевой трубки и оно является определяющим для долговечной прочности трубы.

Оба этих показателя нужно постоянно контролировать, так как до сих пор не существует общепринятого метода расчета трубы. Поэтому стойкость к внутреннему давлению находится эмпирически на основе теста.

### 35. Смесительная арматура с удлиненными шпинделями под штукатуркой



#### Описание дефекта:

Рассматриваются защитные кожухи (патрубки) из тянутой латунной трубы, предназначенные для прохода в штукатурке вентильных шпинделей смесительной арматуры. На патрубках наблюдаются продольно расположенные коррозионные трещины длиной 20-30 мм от края, повреждения патрубков приходятся на места их прохода через строительную часть и возникли по причине напряжений при растяжении материала в сочетании с постоянной влажностью этих участков прохода.

Пространство вокруг трещин окрашено в красный цвет в результате коррозии; были также видны зеленоватые продукты коррозии. Исследование на восприимчивость к коррозии растрескиванием показало, что латунные патрубки не находились под напряжением от воздействия повышенной температуры.

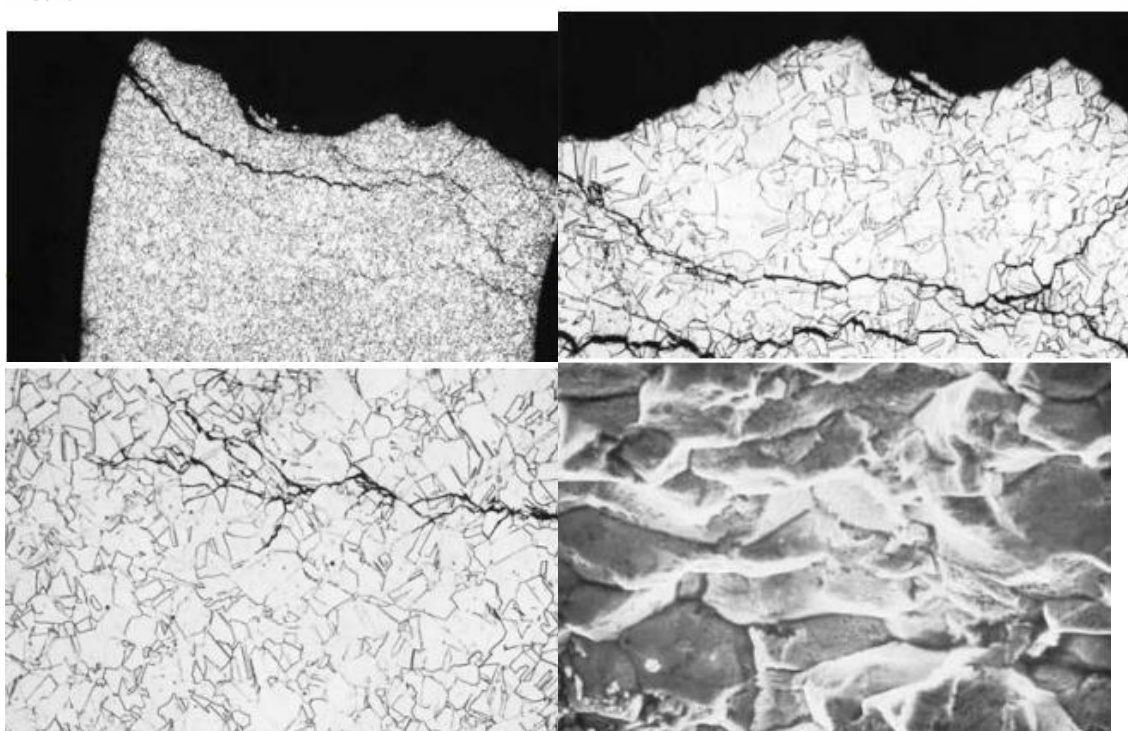
Металлографическое исследование это подтвердило. Осмотр латунных удлиненных вентильных шпинделей (материал CuZn39Pb3) арматуры, согласно DIN 3523, не обнаружил никаких следов коррозии растрескиванием, хотя эксплуатационные условия были такими же. Очевидно, максимально допустимое напряжение не было превышено даже при монтаже деталей.

Закрывавший зазор при проходе латунных патрубков в стене, силиконовый герметик с содержанием компонентов щелочного характера мог бы вызвать коррозию в контакте с водой, текущей по облицовочным плиткам при включенном душе.

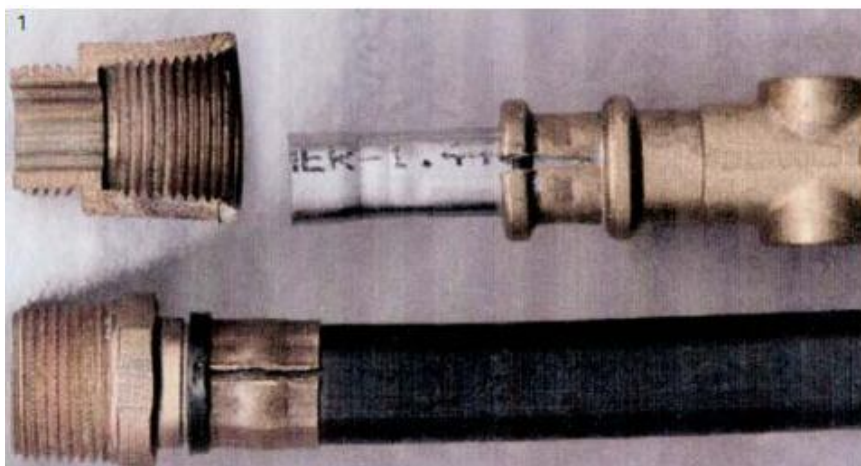
К средствам, вызывающим коррозионное растрескивание, относятся: аммиак и аммиачные соединения (например, в чистящих средствах, моче, нашатырном спирте), аммоний, нитрит, уксусная кислота, сульфиды, сульфаты, фруктовые соки, дезинфекционные средства, герметики (для мест прохода труб через стены, перегородки, перекрытия) и изоляционные материалы, обогащенные вышеупомянутыми элементами.

Для применения в сухих местах производитель должен поставлять только отожженные (без остаточных напряжений) детали из цветных сплавов, чтобы, например, при изготовлении резьбовых соединений согласно DIN 2999 или фитингов под прессовое обжатие была обеспечена достаточная вязкость материала, необходимая при сопротивлении статическому излому.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50929 ч.1 (9.85) пп.5.5., 5.5.3; ч.2 (9.85) пп. 4, 5.3, 6.4.



### 36. Соединительные детали из цветных металлов







#### Описание дефектов:

Рассматриваются два типа соединительных деталей диаметром 1/2" – резьбовые и под прессовое обжатие (пресс-фитинги), предназначенные для сборки металлополимерных труб, труб из нержавеющей стали и труб из сшитого полиэтилена.

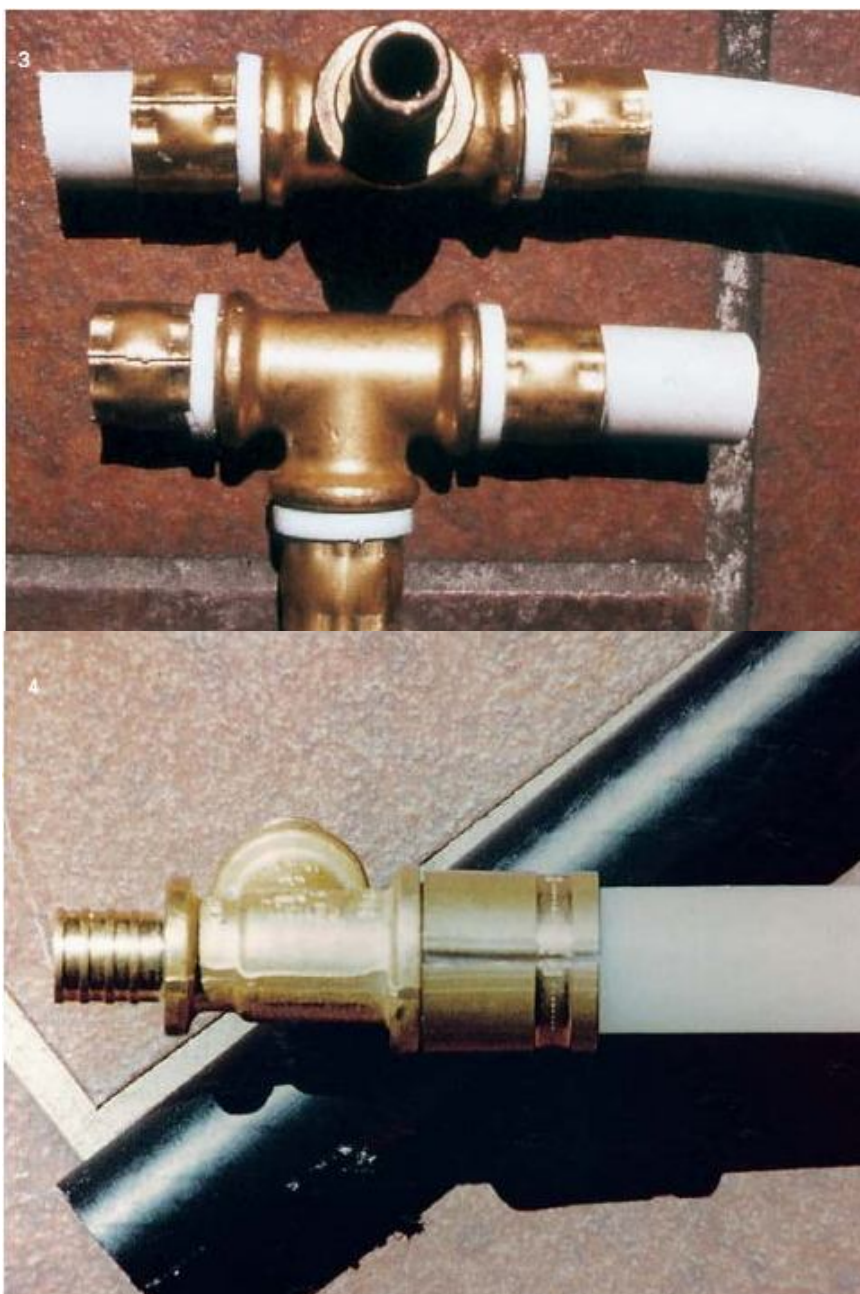
При использовании латунных деталей с резьбой наблюдались случаи увеличения диаметра корпуса детали при вворачивании в нее другой детали соединения и механическое разрушение корпуса детали с внутренней резьбой (трещины длиной около 10 мм от края детали). Разрыв стенок по резьбе обусловлен намоткой излишних витков уплотняющей льняной пряди.

Сегодняшняя техника резьбовых соединений, принятая по DIN 2999 ч.1 (цилиндрическая внутренняя резьба 16\*1 мм и коническая наружная резьба), обеспечивает, при соблюдении размеров резьб, абсолютную герметичность соединения металлических деталей и при их регламентированной сборке не приводит к деформации деталей.

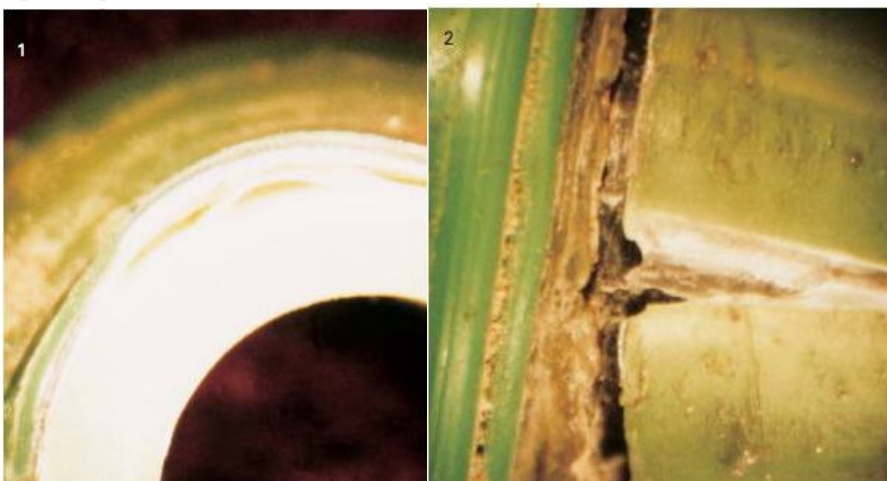
Льняная или конопляная прядь выполняют в соединении функцию смазывающего средства. Прядь не должна иметь узелков и быть длинноволокнистой, она должна только заполнить неизбежные отклонения резьбы от теоретического профиля (см. также Р. Беккард, Е. Цедержей. Резьба при установке труб, ИКЦ-Хаустехник, вып.5, 1994, стр. 39, изд-во Штробель, 59821 Арнсберг).

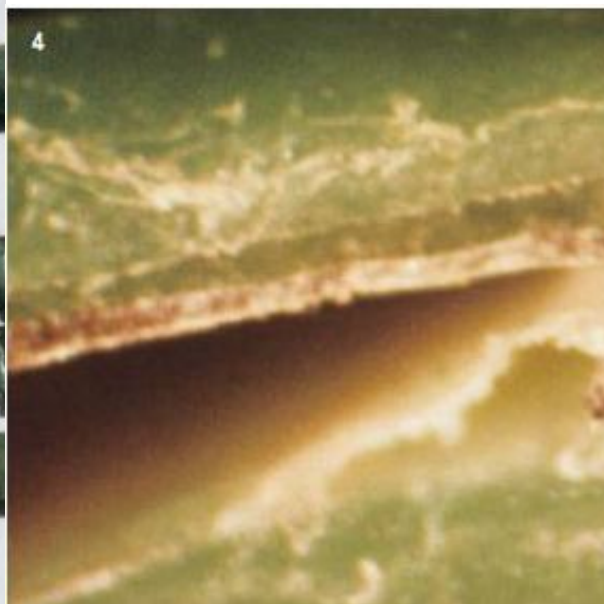
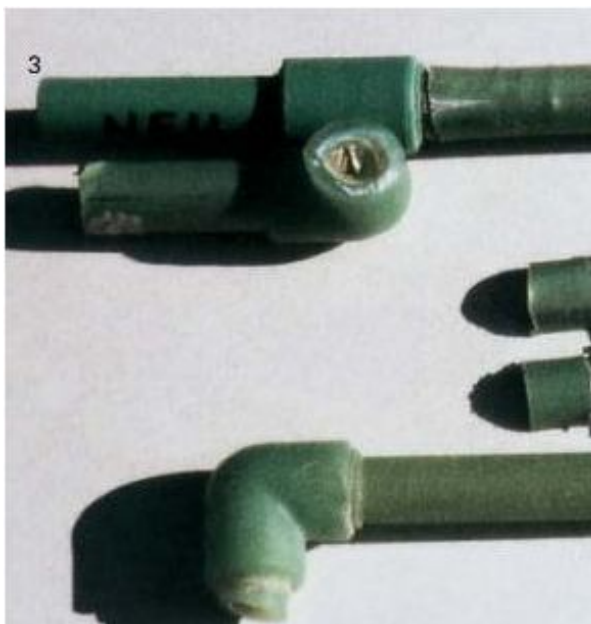
Латунные соединительные детали должны иметь такое резьбовое соединение, чтобы необходимый для герметичности момент затяжки не привел к превышению максимально допустимого напряжения при растяжении. Исследования показали, что, например, для соединения металлических деталей с условным проходом 1/2" нужен контрольный момент затяжки в 160 Нм (см. К. Й. Хайнеман, В. Прентцель. Комментарий к DVGW-TRGI 198 пп. 3.2.5, 3.2.6.1 изд-во Гентнер, 70015 Штутгарт).

Наблюдаемая при инспекции латунная обжимной гильза (составная деталь прессфитинга) в сочетании с трубой из нержавеющей стали при опрессовке была разрушена под воздействием разовой нагрузки. У соединительных деталей такого типа латунь подвергается более сильным деформациям. Поэтому детали нужно отжигать, чтобы они могли выдерживать напряжению при растяжении от механических усилий. Напряжения при растяжении в латунь не должны превышать 80 Н/мм<sup>2</sup> с целью обеспечения длительной прочности прессового обжатия.



**37. Армированная алюминиевой оболочкой полипропиленовая труба (типа 3) размером 16\*2,7 мм**





Описание дефекта:

Наблюдается участок полипропиленового трубопровода горячего водоснабжения после 4-летней эксплуатации, у которого наступило разделение составляющих трубу слоев: защитного наружного слоя из полипропилена, алюминиевого слоя в виде трубки и внутреннего полипропиленового слоя (непосредственно тела трубы). По конструктивному исполнению алюминиевая оболочка не была связана с полипропиленом адгезивом.

Отслоение приводит к потере работоспособности и безопасности системы. Причина повреждения трубы состоит в различии значений коэффициентов теплового линейного расширения алюминия и полипропилена. С расслоением была утрачена температурная стабилизационная по длине способность трубы, создаваемая армированием алюминиевым слоем.

Линейное удлинение изначальной трубы составлявшее примерно  $0,024 \text{ мм/м}\cdot\text{К}$  изменилось в результате отслоения примерно до  $0,15 \text{ мм/м}\cdot\text{К}$ . Планируемых расчетом компенсационных возможностей в ходе эксплуатации системы, обусловленных температурными колебаниями теплоносителя не хватило. Это привело к значительному увеличению нагрузки на неподвижные опоры крепления и к порче самого материала трубы, либо соединительных деталей.

При наблюдении расслоения материалов под микроскопом было выявлено, что алюминиевая трубка толщиной  $0,15 \text{ мм}$  с обеих сторон была покрыта слоем полипропилена толщиной  $0,05 \text{ мм}$ . Качество сцепления слоев многослойных труб определяет решающим образом их долговечность и тем самым эксплуатационные свойства. При этом неважно, применяется ли алюминиевый слой в качестве:

- армирования трубы,
- элемента, предохраняющего от диффузии кислорода воздуха внутрь трубы,
- средства, способствующего уменьшению линейного удлинения.

Примечание. Чем выше температура транспортируемой воды и чаще происходят эксплуатационные перепады температур воды, тем больше вероятность разделения слоев подобного типа труб.



### 38. Установочные угольники для подключения арматуры



Рассматриваются установочные угольники, смонтированные на водопроводе из металлополимерных труб. В местах подсоединения к ним труб при эксплуатации была обнаружена значительная разгерметизация соединений, которая привела к попаданию воды внутрь помещения.

Перед вводом системы в эксплуатацию трубопровод был испытан гидравлическим давлением 15 бар и был герметичен. Течи в эксплуатационном режиме начали появляться при давлениях 3,5-6 бар.

Концы труб соединялись надвижкой на наконечники угольников (без пресс-гильз). Поверхность и геометрия наконечников установочных угольников соответствовала угольникам того же производителя, не бывшим в употреблении. Качество поверхности и размеры наконечников – в пределах эксплуатационных норм.

Каких-либо дефектов на трех отверстиях, предусмотренных для крепления установочного угольника, обнаружено не было. Основываясь на том, что соединения чувствительны к изгибающему моменту, производитель в свою инструкцию по монтажу включает требование о закреплении угольников, чтобы исключалась возможность его поворота и соответственно не возникали изгибающие моменты, которые воздействовали бы на присоединение труб.

У установочного угольника это можно сделать с помощью трех точек крепления, как предусмотрено производителем.

### 39. Медная труба (SF-Cu) размером 28\*1,5 мм



Описание дефекта:

Рассматривается медная труба горячего водопровода, на внутренней поверхности которой наблюдаются потускневшие подковообразные очаги эрозии. Видны также не активные очаги эрозии, покрытые темнокоричневым оксидом меди. Первый свищ в стенке трубы появился только через 15 лет в зоне позади вентиля с наклонным шпинделем. На момент закрепления инспекционным органом доказательств случившегося разрушения, вентиль был открыт минимально. Очевидно, он длительное время служил в качестве дросселирующей заслонки расхода жидкости.

Эрозия возникает в местах трубопровода, где слишком высоки скорости потока, который сносит постоянно образующуюся защитную пленку из оксида меди. Этот процесс может ускоряться вследствие кавитации за счет образования лопающихся пузырьков пара или газов. При повышенном содержании высвободившейся двуокиси углерода в воде эрозия материала увеличивается. В текущих двухфазных потоках (например, в трубопроводах насыщенного пара) может случиться эрозия по причине выпадения одной из фаз.

Грат, острые края, и соединительные детали в виде отводов, а также большие изменения сечения всегда подвержены эрозии. В системе горячего водоснабжения и отопления здания эрозия медных трубопроводов встречается исключительно в циркуляционных трубопроводах. Для предотвращения эрозии труб следует придерживаться следующих значений скоростей движения жидкости:

- в трубопроводе холодной воды скорость не должна превышать:
- при прерывистом режиме эксплуатации (средняя продолжительность водоразбора менее 15 минут):
- в разводящих (подсоединительных к санитарным приборам) трубопроводах 2 м/с,
- в распределительных трубопроводах с условным проходом  $D_n$  20 мм и более с проходной арматурой, не позволяющей сильно терять давление ( $\zeta < 2,5$ ), например, вентили с наклонным шпинделем согласно DIN 3502 – 5 м/с,
- на участках трубопровода с проходной арматурой, имеющей повышенный коэффициент потерь давления, например, вентили с прямым шпинделем согласно DIN 3512 – 2,5 м/с,
- ~ при продолжительности водоразбора, превышающей 15 минут – 2 м/с,
- в подающем и циркуляционном трубопроводах горячего водопровода при длительной эксплуатации – 0,5 м/с.

При превышении указанных скоростей потоков возникает опасность: эрозии, появления пиков давления (поэтому есть ограничение до 2 м/с в подсоединительных трубопроводах), образования шума, создаваемого арматурой, плохо пропускающей поток. В рассмотренном случае причиной эрозии являются турбулентные завихрения в результате сильного изменения сечения после вентиля.

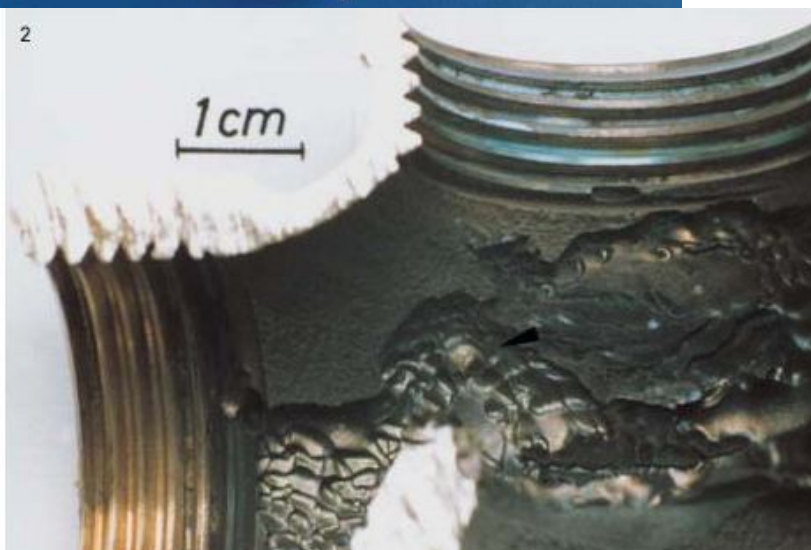
Ссылка на нормативный документ: DIN 1988 ч.3 (12.88) пп. 8, 14, ч.7 п.3.1, DIN 50930, ч.5 (2.93) пп.3.3, 5.4, 6.1.

Литература:

Б. Хайнцман и др. Комментарий к DIN 1988, чч. 1-8, 1989, стр. 210, изд-во Бойт, Берлин; изд-во Гентнер, Штутгарт.

Э.Вендлер-Кальш, Х.Грэфен. Коррозиоведение, 1998. Изд-во Шпрингер, Берлин.

#### 40. Латунный вентиль Ду 25 мм



Описание дефекта:

Рассматриваются установленные в системе водоснабжения вентиль с наклонным шпинделем и смеситель, проложенный под штукатуркой в качестве вентиля с прямым шпинделем согласно DIN 3512.

Во внутренней полости продольно распиленных пополам корпусов вентиля сразу же за седлами вентиля видно, по направлению потока, разрушение поверхности от эрозии металла, которое имеет у разных вентилях различные формы. В глаза бросается местная, ограниченная по размерам, зона разрушения поверхности, у вентиля с наклонным шпинделем эта поверхность имеет тусклый цвет. На подверженных эрозии участках вентиля с прямым шпинделем наблюдается оксидная пленка, появившаяся в результате изменения условий движения жидкости.



Здесь можно обойтись без замены вентиля, если еще не нарушены герметичность и работоспособность вентиля, что по наблюдаемым образцам не исключено. Эрозия происходила там, где возникали значительные сопротивления потоку (уменьшение проходного сечения и изменение направления движения воды) и соответственно сильно увеличивалась скорость потока. Осложненные местными турбулентными возмущениями на поверхности материала возникают настолько большие "срезающие" усилия, что образующаяся там пленка оксида меди постоянно сносится; из-за этого поверхность корпуса вентиля в местах эрозии на многих участках потускнела.

Обусловленные конструкцией или особенностями изготовления углы, выступы, грат, резкие повороты, находящиеся на пути потока, усиливают турбулентные завихрения местного характера, и поэтому их следует избегать. Эксплуатация вентиля должна длительное время производиться в практически закрытом состоянии.

В литературе для особых сортов латуни при воздействии морской воды указывается максимально допустимая скорость потока 3-4,5 м/с; для красной бронзы – 6м/с.

Ссылка на нормативный документ: DIN 50930, ч.5 (2.93) пп. 3.3, 5.4, 6.1.

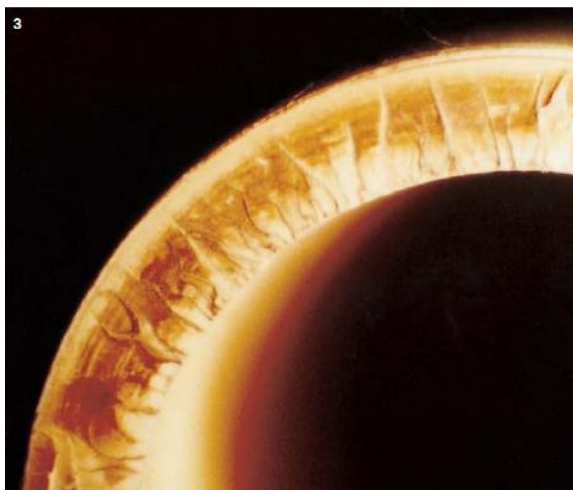
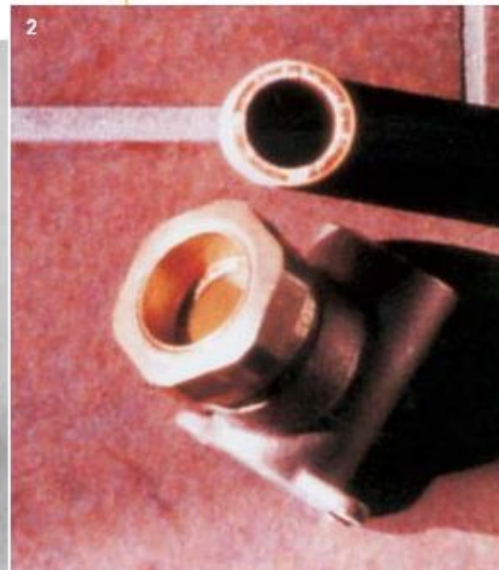
Литература:

Докт. Г.И. Вальбаум. Специальный выпуск DKI (Германский институт меди), 40474 Дюссельдорф.

Э.Вендлер-Кальш, Х Грэфен. Коррозиеведение, 1998, изд-во Шпрингер, Берлин.



#### 41.Трубное резьбовое соединение с зажимным латунным кольцом



Описание дефекта:

Произошел разрыв полимерной трубы из хлорированного поливинилхлорида в трубном подсоединении к установочному угольнику системы холодного водоснабжения примерно после 3-х лет эксплуатации. Последствие повреждения в результате воздействия холодной воды и разрушения трубы было значительным. На представленных снимках разлома показаны идущие с поверхности вглубь трещины, образовавшиеся в результате усталости материала.

Причину усталостного разлома нужно искать во внутреннем напряжении, создаваемом зажимным кольцом в сочетании с конструктивно и эксплуатационно неизбежным напряжением растяжения.

Если бы причиной разрушения было напряжение, вызванное изгибом, то труба лопнула бы на другом (противоположном указанному стрелкой) конце зажимного кольца. Но в ряде дальнейших случаев, несмотря на то, что труба была закреплена зажимным кольцом, разломы имели место в тех же местах, что и в рассматриваемом здесь случае, то есть, в местах, показанных стрелкой.

Принимая во внимание правильность конструкции соединения и требования Инструкции производителя по монтажу, можно сказать, что монтажные ошибки практически невозможны. В Инструкции, кроме того, сказано: «за счет зажимного кольца, сильное затягивание и повреждение трубы исключены.».

Конструкция соединения была проверена в Объединении DVGW согласно рабочему листу W 534 "Трубные соединения и соединители". В этом рабочем листе в п.8 "Размеры" содержится требование в том, что размеры и размерные допуски трубного соединения должны соответствовать трубе и ее размерным допускам таким образом, чтобы они оставались герметичными на длительный срок в случае возникновения эксплуатационных нагрузок.

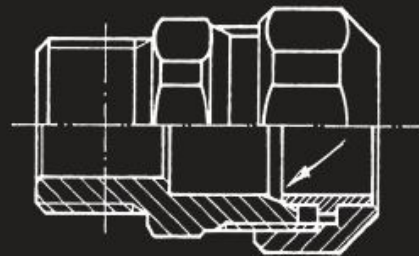
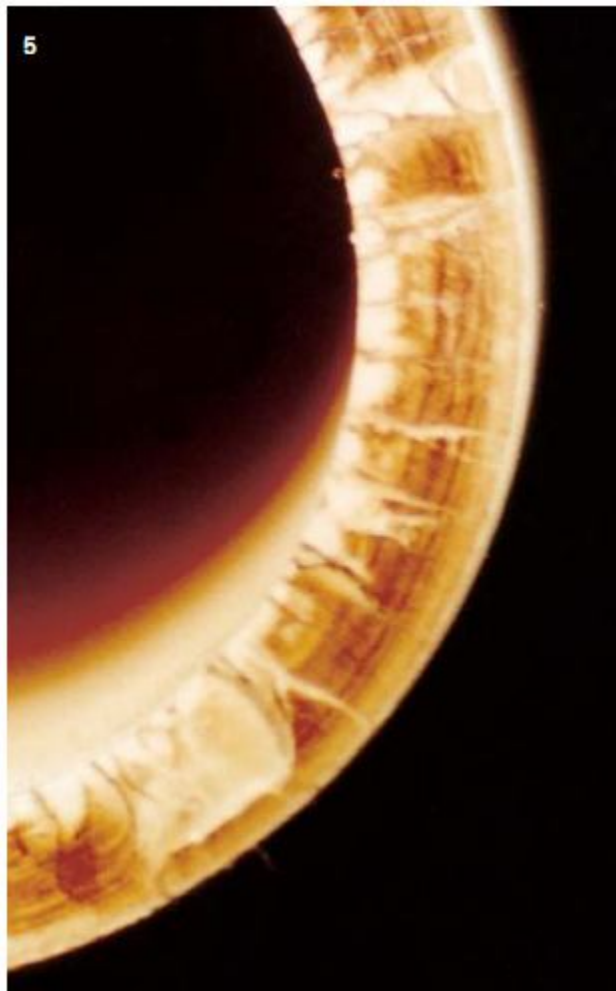


Figura 6 • Boquilla roscada de empalme tras el montaje

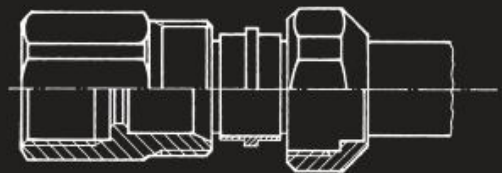


Figura 7 • Manguito de empalme con funciones de sellado y soporte del anillo de fijación antes del montaje

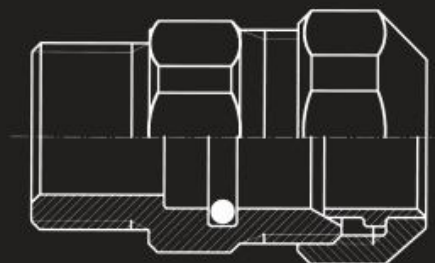
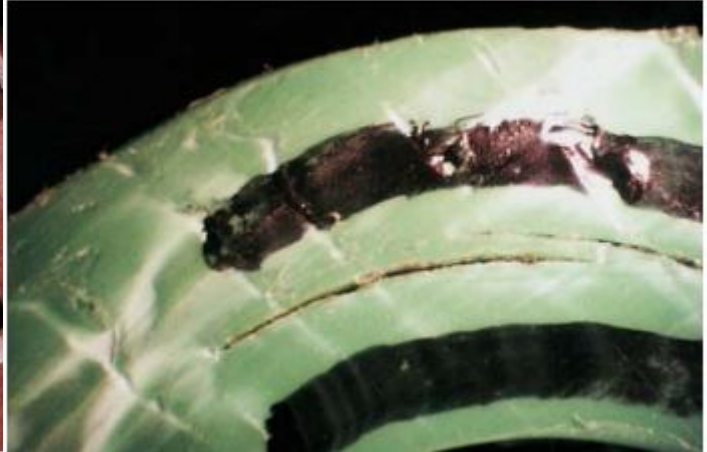


Figura 8 • Atornilladura de empalme con funciones de sellado y sujeción separadas (anillo en O y anillo de fijación)



#### 42. Полипропиленовый (тип 3) тройник в трубопроводе Ду 32 мм на раструбной сварке



##### Описание дефекта:

Рассматривается тройник системы из ППР питьевого водопровода здания, который был установлен в труднодоступном для монтажа месте. В тройник были вварены раструбной сваркой трубы (по стволу) и угольник (на ответвлении). Негерметичность обследуемого узла была выявлена после проверки давлением. Имелся ущерб из-за протечек воды.

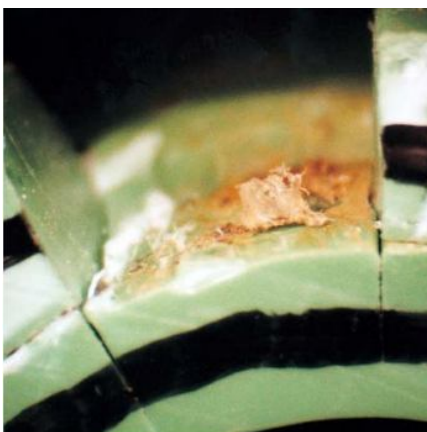
На поврежденном участке наблюдаются два продольных разрыва в трубе и по всей длине тройника. В открытый разрыв на одном из этих мест видны коричневые отложения. Причиной возникновения порывов и течи жидкости явилось нарушение технологии сварки. Такие дефекты могут случаться на сложных участках монтажа трубопровода, когда приходится сваривать трубопроводные узлы непосредственно на месте монтажа и когда почти не удается следовать регламенту технологического режима раструбной сварки.

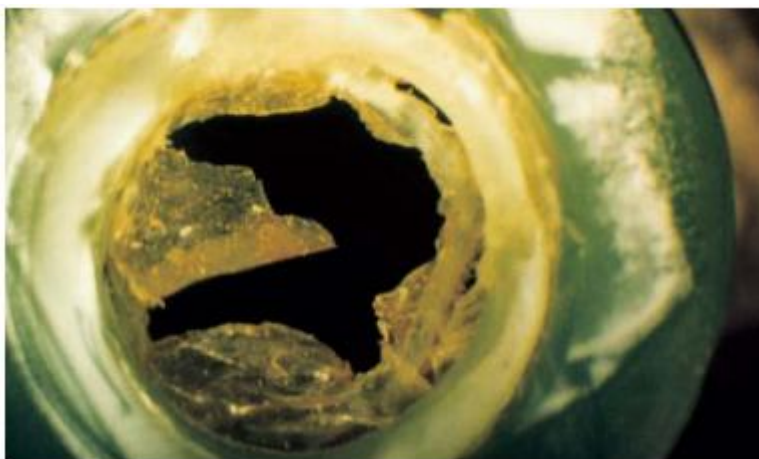
Сюда относятся: выдерживание времени предварительного прогрева деталей, также вдвигание трубы в фитинг по оси без поворачивания сразу после прогрева и быстрого удаления сварного инструмента. Если не помечать и не учитывать глубину, на которую труба вставляется в фитинг, при плохом освещении места установки, то к тому же может произойти полная или частичная закупорка поперечного сечения трубы расплавленным материалом.

##### Литература:

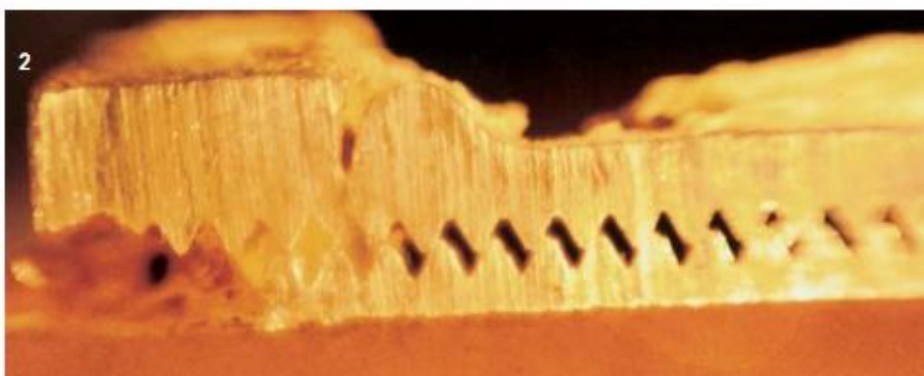
Памятка DVS 1905 ч.2, "Сварка пластмасс в сантехнике и отоплении".

Норма DVS 2207 ч.11 "Сварка термопластов для отопления, трубопроводы из полипропилена" изд-во ДВС, Дюссельдорф.





#### 43. Стальной резьбовой сгон с муфтой и контргайкой



Описание дефекта:

Рассматривается уплотнение по наружной резьбе стального сгона, ввернутого в муфту, контргайкой, которые являются частью системы питьевого водопровода.

Наблюдается постоянная протечка воды по резьбе примерно через 5 лет после ввода системы вследствие неправильно выполненного способа герметичности резьбы контргайкой, привернутой к муфте. На рисунках показан зазор в области соединения, который в рабочем состоянии трубопровода заполнен водой между муфтой и шестигранной контргайкой.

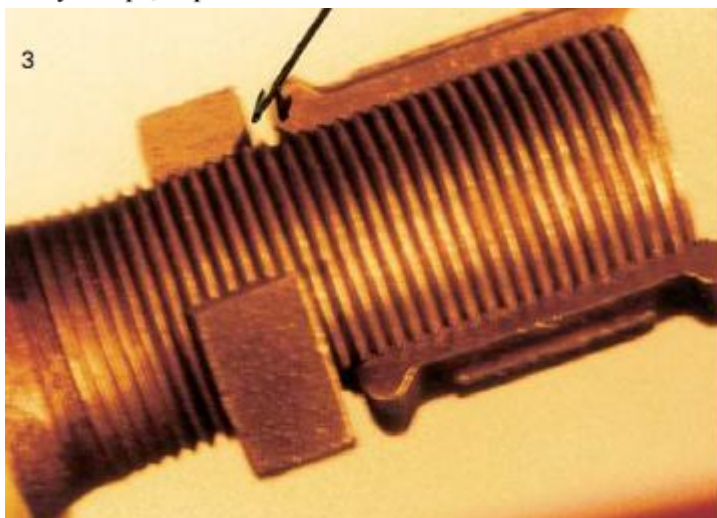
В рассматриваемом примере, при цилиндрической резьбе негерметичность неизбежна. В данном случае важно уложить льняную или конопляную прядь и затем внести герметик. Для этого на резьбовых участках муфты и контргайки надо выполнить фаску в 45°, тогда при их сборке образуется замкнутая треугольная полость, куда можно заложить герметик. Без такого пустотелого пространства герметик частично будет выдавлен при затягивании контргайки.

Только в подобном исполнении сборка муфты и контргайки в сочетании со льном и герметиком обеспечивает необходимую герметичность. Допустимые отклонения размеров и положения резьбовой оси по отношению к оси фитинга описаны в нормативном документе DIN 2980.

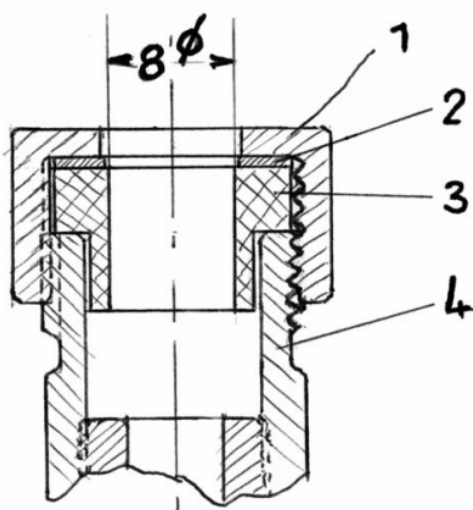
Раньше резьбовые сгоны изготавливались самими фирмами, занимавшимися монтажом. После перехода на наружную коническую резьбу, нарезать ее имеющимся в распоряжении фирм рабочим инструментом стало уже невозможно. Негерметичности на сгонах, как правило, являются следствием неправильной намотки льняной пряди между муфтой и контргайкой.

Литература:

К. Й. Хайнеман, В. Прентцель. Комментарий к DVGW-TRGI, 1996, изд-во Гентнер, Штуттгарт, стр. 40.



#### 44. Зажимное соединение с эластомерным уплотнением для медной трубы Ду 8 мм





#### Описание дефекта:

Для герметичного подключения трубы предлагается зажимное соединение, состоящее из хромированной/никелированной накидной гайки, латунной шайбы и эластомерной втулки. Медная труба, подключенная к угловому вентилю, была плотно соединена с ним через предлагаемое зажимное соединение. Давление в трубе являлось слабонапорным. После года эксплуатации труба выскочила из соединения с угловым вентилем.

Возник достаточно существенный ущерб в результате поступившей воды в помещение.

Настоящее съемное соединение считается одним из самых выгодных по цене среди всех других соединений различной конструкции, предлагаемых на рынке. Кроме того, оно легко и быстро устанавливается с трубой. В Инструкции по монтажу, снабжаемой поставщиком, не сказано ничего о затягивающем моменте накидной гайки или применении специального инструмента (динамометрического ключа).

Прочие данные, например, по поводу долговременной защиты соединения от выталкивающих усилий также в Инструкции не указываются. Зажимные соединения подобного рода относятся к соединениям с так называемой "фрикционной фиксацией". В данном случае труба, вставляемая в зажимное уплотнение на величину максимум 4 мм, герметизируется путем затягивания накидной гайки за счет минимального изменения формы эластомерной втулки и предохраняется от выталкивания за счет трения между стенкой медной трубы и резиновой поверхностью втулки.

При достаточном затягивании накидной гайки или неизменном креплении трубы и углового вентиля, это соединение без проблем выдерживает проверку на герметичность и давление согласно DIN 1988. Так как у эластомеров есть свойство изменять форму уже при малейших нагрузках, это должно быть учтено производителем соединения при выборе материала и скорректировано с учетом эксплуатационных условий.

В рассматриваемой конструкции участки эластомерной втулки (в зависимости от времени, температуры и давления) могут заполнить в резьбовые проходы накидной гайки и кольцевой зазор между трубой и отверстием в накидной гайке. В результате такого изменения формы ослабляется сила трения, которая противодействует осевым выталкивающим усилиям, имеющим место при не жестко закрепленной трубе. Она может выскользнуть из соединения, что и произошло в нашем случае через год работы.

## 45. Металлополимерная (МП) труба Dнар 15 мм



Описание повреждений:

На рисунках показаны фрагменты МП трубы системы радиаторного отопления.

После отключения водонагревателя было установлено, что система трубопроводов у различных пресс-втулок была негерметичной. Водонагреватель системы отопления мощностью 24 кВт, работающий на газе, был проверен органами Объединения DVGW и имел европейский знак сертификации CE.

МП труба данной системы по сведениям производителя состояла из сшитого полиэтилена высокой плотности (PEX-HD/СПЭ-ВП) с промежуточно расположенной внутри алюминиевой трубкой, соединенной по краям стыковой сваркой. В качестве комплектующих фитингов производителем предложены стандартные соединительные детали под прессовое обжатие.

Сведения производителя относительно допускаемых или максимальных рабочих температур выглядели так:

- для водонагревателя: температура подаваемой воды примерно до 90°C,
- для трубы: рабочая температура до 95°C включительно, кратковременный пик – 110°C.

После визуального осмотра образцов наряду с негерметичностями пресс-гильз были выявлены следующие повреждения труб и их соединений:

1. Внутренний полиэтиленовый слой в различных местах отделился от алюминиевой трубки и имел продолговатое продольное вздутие (рис. 1-3), сужающее внутреннее сечение.
2. На отдельных соединителях произошло смещение слоев трубы друг под другом; алюминиевая трубка и наружный полиэтиленовый слой вместе с опрессованной гильзой соскользнули с наконечника соединительной детали (рис.4).
3. Адгезив (к ней) проступил на концах трубы между слоями (рис.5).
4. Пластмассовые шайбы, предотвращающие контактную коррозию между алюминием в торце трубы и латунью корпуса фитинга, раскрошились или лопнули (рис.6).

Вывод по инспекции повреждений:

Не имеет места безопасность и эксплуатационная пригодность трубопроводной системы, она подлежит замене.

Используемые в сантехнических и отопительных системах пластмассовые трубы и их соединения, как правило, не пригодны для того, чтобы спокойно переносить температуры подаваемой воды в 100°C-110°C.

Производитель водонагревателей подтвердил, что концепция безопасности его оборудования предусматривает применение пластмассовых труб, которая достигается установкой на нагревателях предохранительного температурного ограничителя, температурного датчика и датчика расхода; поэтому высокие температуры воды проявились бы не в трубопроводах, а в водонагревателе. Таким образом, при нормальной работе водонагревателя трубопроводы температурной опасности не подвержены.

Для трубопроводных систем, которые доходят до своего температурного ограничения, производителю труб настоятельно рекомендуется сообщить заказчику об ограниченных температурных эксплуатационных возможностях трубного материала и соединений, а также сделать об этом соответствующую запись в Инструкции по эксплуатации.

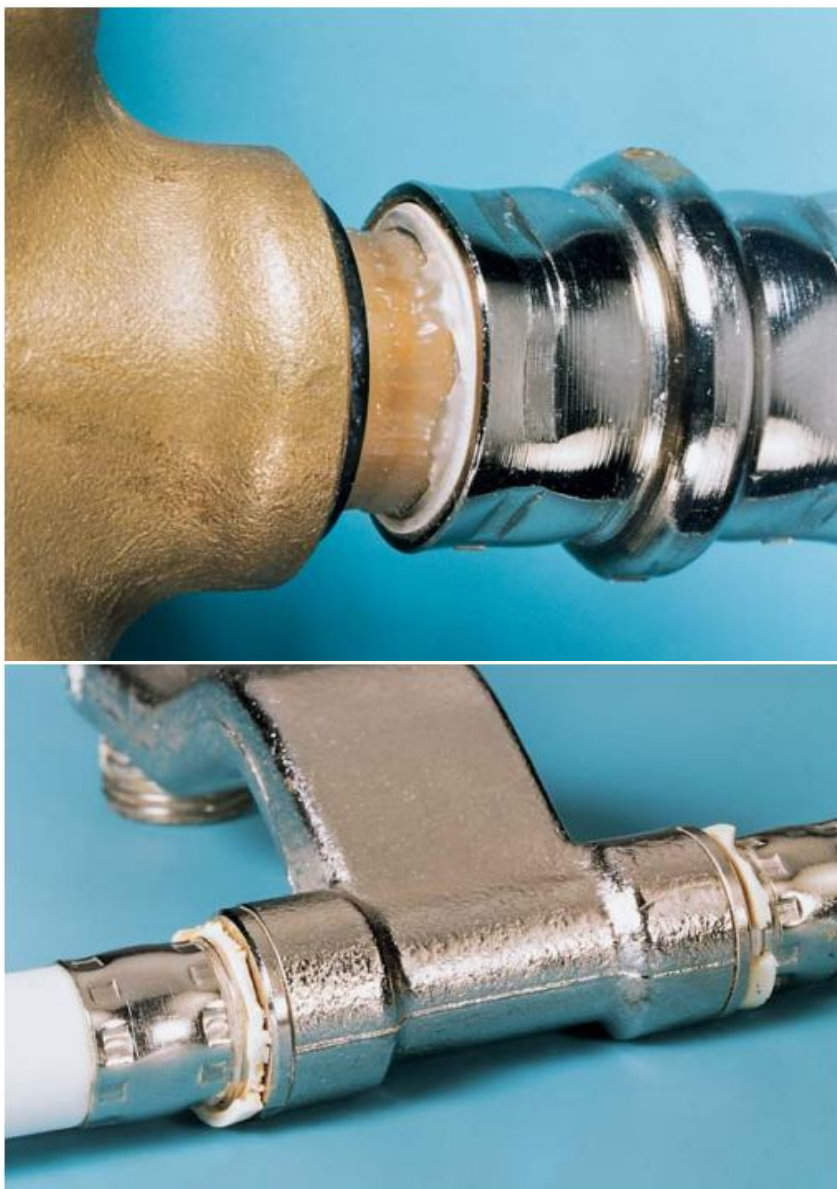


| Clase de utilización <sup>1)</sup> | $T_{oper}$<br>°C | Tiempo<br>$T_{oper}$<br>Años | $T_{max}$<br>°C | Tiempo<br>bei $T_{max}$<br>Años | $T_{mal}$<br>°C | Tiempo<br>bei $T_{mal}$<br>h | Típico campo de utilización                                            |
|------------------------------------|------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 <sup>3)</sup>                    | 60               | 49                           | 80              | 1                               | 95              | 100                          | Suministro agua caliente (60°C)                                        |
| 2 <sup>3)</sup>                    | 70               | 49                           | 80              | 1                               | 95              | 100                          | Suministro agua caliente (70°C)                                        |
| 4 <sup>3)</sup>                    | 40<br>más<br>60  | 20<br>4)<br>25               | 70              | 2,5                             | 100             | 100                          | Calefacción de suelos<br>Calefacción por radiadores a baja temperatura |
| 5 <sup>3)</sup>                    | 60<br>más<br>80  | 25<br>5)<br>10               | 90              | 1                               | 100             | 100                          | Calefacción por radiadores a temperatura elevada                       |

1. Cada una de las clases de aplicación se ha de combinar —en función de las circunstancias— con una presión de servicio  $T_{oper}$  de 4,6 o 10 bar.
2. Durante su vida útil de 50 años, los sistemas no se hallan en funcionamiento en todo momento. Durante la diferencia temporal entre dicha vida útil y la duración del servicio indicada en la tabla, la temperatura debería ascender a 20° C.
3. Un país puede seleccionar la clase de aplicación 1 o la clase de aplicación 2 para cumplir las normas nacionales.
4. Del servicio de la clase de aplicación 4 forman parte, durante una vida útil de 50 años, 20 años de servicio a 40° C más 25 años de servicio a 60° C (acumulativo).
5. Del servicio de la clase de aplicación 5 forman parte, durante una vida útil de 50 años, 25 años de servicio a 60° C más 10 años de servicio a 80° C (acumulativo).

NOTA: Para sistemas cerrados sólo se utiliza esta norma en aquellos casos donde no existen valores superiores a  $T_{oper}$ ,  $T_{max}$  y  $T_{mal}$ . (ver 3.1.2. de esta norma y tabla 1.





## 46. Металлополимерная (МП) труба

При проведении капитального ремонта здания была демонтирована система питьевого водопровода; взамен были установлены МП трубы: размером 20x2,8 мм (в бухтах) и размером 32x4,4 мм (в прямолинейных отрезках). Трубы выполнены с внутренним (рабочим) слоем из сшитого полиэтилена (РЕХ-b/СПЭ) и наружным слоем из обычного полиэтилена, между которыми имелась алюминиевая тонкостенная трубка.

После ввода системы в эксплуатацию у воды появился неприятный вкус, особенно в системе горячего водоснабжения. Поиск причины осложнился. Отбором контрольной пробы воды, взятой из крана после водомера (то есть до МП труб), установлено, что вода системы общественного пользования не источник появления привкуса.

Промывка системы горячей водой с температурой 65-75°C в течение 48 часов (расход около 70 м<sup>3</sup>) улучшила положение, но не устранила привкус в достаточной степени. Окончательную ясность о причинах нарушения органолептики воды внесло исследование на предмет возможности миграции веществ материала. В частности, миграции из внутреннего, контактирующего с водой, слоя трубы, отобранной со стройки.

Сравнительный газохроматографический лабораторный анализ субстанций, взятых из проб воды в системе и субстанций трубного материала, показал на их соответствие. Одно из таких органических соединений, присутствие которого было доказано в обеих пробах, особенно интенсивно способствовало необычному привкусу и запаху. Проверка пороговых величин запаха относительно с Распоряжением о качестве питьевой воды выявила превышение нормы в 10 раз даже после промывки труб.

Контрольный орган не мог дать предварительный прогноз по поводу того, когда же материал труб прекратит создавать привкус в воде. Также ничего определенного не высказала фирма-продавец трубной системы. Вопрос разбирательства был отнесен к фирме-установщику, так как она подрядилась смонтировать трубопроводную систему заказчику и она должна отвечать за пригодность системы для обычной эксплуатации (независимая от вины ответственность за последствия).

Параграф 3 Положения о качестве питьевой воды от 12.12.1990 (BGBl. I, стр 2613) гласит, что для обеспечения безупречного качества питьевой воды не допускается превышение указанных в параграфе 4 пороговых величин. Наряду с другими осязаемыми параметрами там указан предельный показатель запаха, равный 3 при температуре 25°C.

DIN 2000 "Централизованное обеспечение питьевой водой" содержит требование о том, что питьевая вода должна быть безупречной с точки зрения вкуса и запаха, п.5.1.

Из вышеизложенного следует вывод, что чужеродные запахи и вкус должны быть устранены установщиком системы (в равной мере это также относится к производителю трубного сырья – примеч. н-т. ред.).

#### Литература

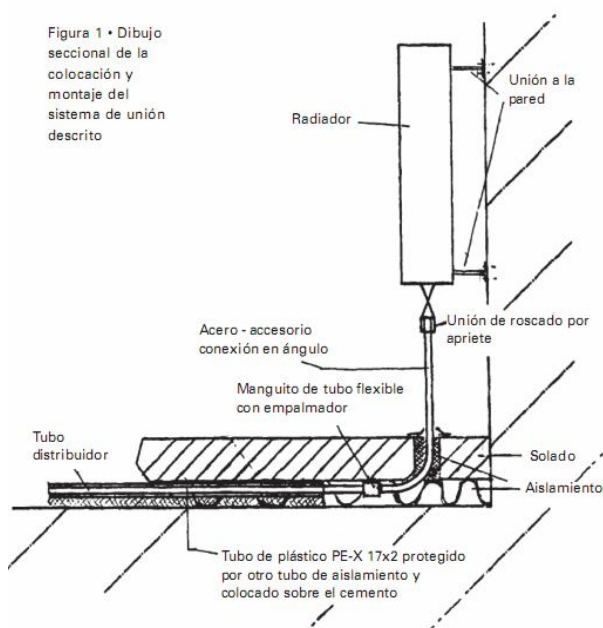
"Питьевая вода в контакте с трубным материалом", документация к 11-му тому Мюллхаймского водотехнического семинара 27/28 января 1997 – отчеты Рейнско-Вестфальского института химии воды и техники обработки воды, т. 18 изд-во ISSN 0941-0961.

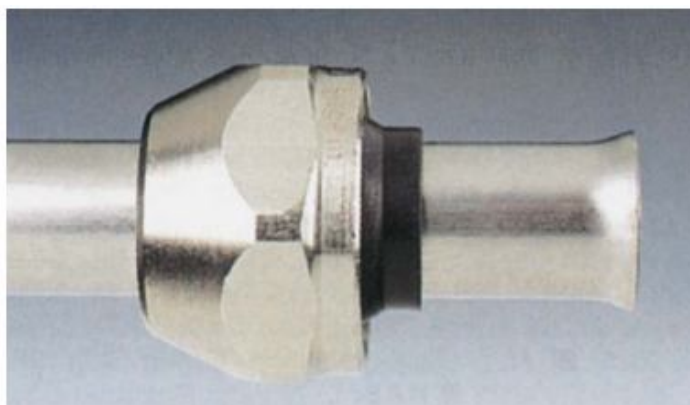
К. Ауранд, У. Хессельбарт и др. "Постановление о качестве питьевой воды, введение и объяснения для предприятий системы водообеспечения и надзорных органов" изд. 3, 1991 изд-во Эрст Шмидт.

В Ланглуис "Многослойные трубы с нарастающей тенденцией" форум SKZ, 1998, Вюрцбург.

#### 47. Зажимное резьбовое соединение между подсоединительной к радиатору трубой из нержавеющей стали и трубой из сшитого полиэтилена, проложенной в полу

Figura 1 • Dibujo seccional de la colocación y montaje del sistema de unión descrito





Рассматривается конструктивное исполнение присоединения горизонтальной разводки трубами из СПЭ, уложенными в полу, к радиатору отопления. Прокладка производилась по коллекторной схеме разводки труб, то есть, двумя трубами (подающей и отводящей+отдельно от коллекторов к каждому радиатору).

Подсоединение радиаторов включало комплект трубок из нержавеющей стали размером 15x1 мм, имеющих изгиб под углом 90°, и зажимной соединитель к вентилю радиатора.

Трубы были заключены в защитные пластиковые оболочки несколько большего диаметра (рис.1) для снятия с рабочих труб из СПЭ нагрузок растяжения, сжатия и усадки, возникающих в режиме эксплуатации. Точек жесткого крепления труб не было предусмотрено; такими местами крепления являлись конечные резьбовые соединения на коллекторе и на радиаторе. Особые меры по фиксации мест углового соединения или гашения нагрузок растяжения не были предусмотрены.

Примерно после года эксплуатации на соединителях проявились негерметичности. Из многих квартир поступили жалобы на повреждения потолка, стен, ковров вследствие протечек. Замена соединителей одного производителя на соединители, изготовленные другим производителем, положительного результата не принесла. После примерно еще 2-х лет эксплуатации системы вновь произошли разгерметизации. Еще раз в целях профилактики пришлось привести соединения в надлежащий вид; при этом с помощью предоставленного производителем инструмента места подсоединений труб были увеличены в диаметре с 15 до 17 мм (рис.2).

При монтаже были допущены следующие ошибки:

- резьбовое соединение не затянуто хорошо (минимальный момент затяжки 40Нм),
- не были использованы динамометрические ключи,
- глубина вставки труб в резьбовое соединение была маловата,
- само резьбовое соединение поворачивалось, поскольку не было "заанкерено".

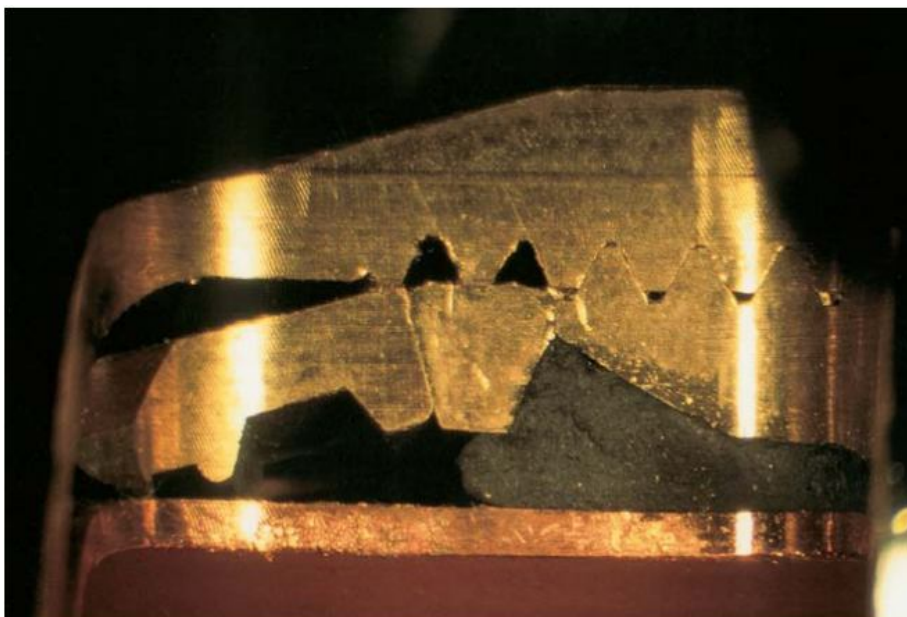
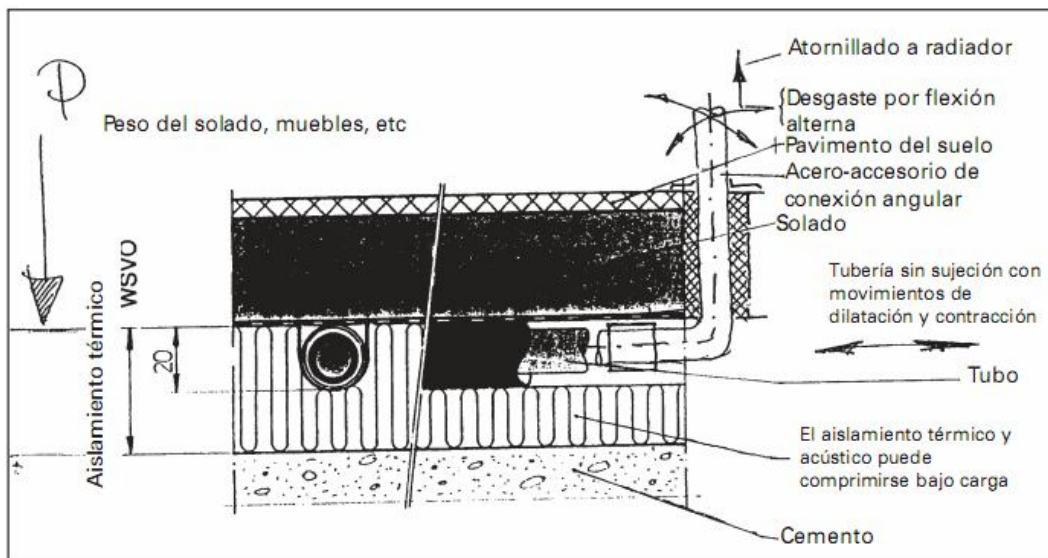
При проектировании были допущены следующие ошибки:

Согласно VOB-CDIN18380 "Системы обогрева отопительной и хозяйственной воды" трубы следует прокладывать так, чтобы они могли расширяться без повреждений (п. 3.2.7).

Напряжений изгиба присоединительных комплектов в результате температурных изменений длины труб можно было избежать с помощью расположения перед радиатором компенсационных петель или соответствующих креплений.

Без фиксации подсоединительных трубок они не вставляются в радиатор строго прямолинейно.







## La elección profesional

**Centro Español de Información del Cobre (CEDIC)**

C/ Princesa, 79, 1º izda. - 28008 - Madrid

En representación del Comité Español de la ECPPC

[www.elcobre.com](http://www.elcobre.com)

Patrocinado por: International Copper Association (ICA) y European Copper Institute (ECI)

Esta traducción ha sido revisada, no obstante los miembros del Comité Español de la Campaña Europea de Información de Tubo y Accesorios de Cobre (ECPPC) no asumen responsabilidad, ni legal ni de otro tipo, en lo relativo a la garantía de integridad, exactitud y ausencia de errores.