

IV. ПЛАСТИКОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ



IV

Выпуск №1 | июнь 2014

Физико-химические свойства PVC-U

Торговый дом «Вентар»

Физико-химические свойства PVC-U

Выпуск первый | июнь 2014

Торговый дом «Вентар» предлагает оборудование для пластиковых трубопроводных систем: фитинги, запорную арматуру с ручными, электро- и пневмоприводами, трубы и системы соединения из PVC-U (поливинилхлорида непластифицированного).

Москва

Издательство «Вентар»

2011—2014



1. Свойства ПВХ.	4
2. Проектирование промышленных систем трубопроводов	6
3. Клеевые соединения.	10
4. Гидравлические расчёты и потеря давления.	15
5. Фиксаторы и их размещение	17
6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем	19

Условные обозначения:

kv	расход воды при +20 °С, давлении 1 бар на входе и свободном истечении на выходе
PN	номинальное давление воды при +20 °С
DN	номинальный диаметр; внутренний диаметр
Ød	наружный диаметр
SC	размер шестигранных болтов
Hx	ход штока
УС	упаковка стандартная
УБ	упаковка большая
Ø	перечёркнутая цифра ноль

ABS	акрилонитрилбутадиенстирол
PVC-U	поливинилхлорид непластифицированный
PVC-C	поливинилхлорид хлорированный
PP	полипропилен, термостабилизированный
PE	полиэтилен
PVDF	поливинилиденфторид
EPDM	этиленпропилендиеновый каучук
FPM	фторкаучук
NBR	нитрилбутадиеновый каучук
PTFE	политетрафторэтилен

Поливинилхлорид непластифицированный (PVC-U)

Общие положения

Поливинилхлорид, широко известный под аббревиатурой PVC, является наиболее важным и старейшим массово производимым полимером. Уровень мирового потребления PVC ниже только, чем PE и PP. Впервые PVC был произведён в середине девятнадцатого века. Однако процесс промышленного производства был запатентован в 1913 году. В настоящее время во многих сферах промышленности нельзя обойтись без PVC. Однако и в сфере использования повседневных продуктов PVC стал незаменимым.

PVC — полимер, 56% веса которого составляет хлор. При использовании специальных добавок материал становится хорошо обрабатываемым и используемым. С помощью добавок можно получить широкий диапазон характеристик и адаптировать под планируемую сферу применения. Существует два класса материала PVC. Мягкий PVC (PVC-P), получаемый при добавлении пластификаторов (таких как, например, фталаты), не используется Georg Fischer. Твёрдый PVC, так называемый, непластифицированный PVC (PVC-U) используется в производстве трубопроводов.

PVC-U — аморфный термопласт. Характеристики литых элементов из PVC-U сильно зависят от состава композита, но также от технологии. Благодаря 40-летнему опыту использования PVC и постоянному совершенствованию наших собственных композитов, Georg Fischer стал эталоном в сфере производства PVC-U.

Характеристики:

- универсальное использование;
- очень высокая химическая и коррозионная стойкость;
- проверенная физиологическая безвредность, и следовательно, возможность контакта с пищевыми продуктами;
- не влияет на качество питьевой воды;
- биологически инертен; не поддерживает рост числа микробов;
- высокая механическая прочность на растяжение с высокой ударной вязкостью;
- самозатухающий;
- надёжное соединение путём склеивания с использованием клея типа Tangit® и Dytex®;
- использование оловянных стабилизаторов для фитингов и клапанов;
- низкие потери на трение благодаря гладкой поверхности;
- перерабатываемый.

Свойства PVC-U (относительные значения)

Свойство	Значение	Стандарт
Плотность, г/см ³	1,38	EN ISO 1183-1
Предел текучести при +23 °C, Н/мм ²	> 52	EN ISO 527-1
Модуль гибкости при +23 °C, Н/мм ²	> 2400	EN ISO 527-1
Ударная вязкость по Шарпи при +23 °C, кДж/м ²	> 6	EN ISO 179-1/1eA
Ударная вязкость по Шарпи при 0 °C, кДж/м ²	> 3	EN ISO 179-1/1eA
Твёрдость при вдавливании шарика (358 Н), МПа	> 105	EN ISO 2039-1
Температура тепловой деформации HDT A 1,80 МПа, °C	66	EN ISO 75-2
Температура тепловой деформации Вика В/50N, °C	≥ 76	ISO 306
Коэффициент теплового расширения, мм/мK	0,07...0,08	DIN 53752
Теплопроводность при +23 °C, Вт/м×K	0,15	DIN 52612-1
Водопоглощение при +23 °C, %	< 0,1	EN ISO 62
Цвет	7011	RAL
Предельный кислородный индекс (LOI), %	42	ISO 4589-1

Механические свойства

В отношении краткосрочных свойств PVC демонстрирует сбалансированную картину. Из-за тесного взаимодействия между атомами хлора в цепи полимера PVC-U демонстрирует высокую прочность на растяжение и твёрдость. В то же время, эластичность структурных частей хорошая, значение параметра обеспечивается регулярными проверками контроля качества.

На кривой гидростатической прочности, основанной на стандарте EN ISO 15493 или DIN 8061, можно посмотреть устойчивость к внутреннему давлению.

При динамической нагрузке поведение соответствует самым высоким стандартам качества, и регулярно проверяется.

1. Свойства ПВХ

Химическая и атмосферная стойкость

Отличная химическая стойкость PVC-U распространяется и на среды высокой концентрации. Очень хорошая стойкость к большинству минеральных кислот, оснований и солей, а также к гипохлориту натрия. Также высока стойкость к алифатическим углеводородам и элементарному хлору. В целом, PVC-U имеет слабую стойкость в отношении ароматических или хлорсодержащих растворителей, сложных эфиров и кетонов. Также не рекомендуется использовать для газовой среды. Если предполагается использование масел, лаков или жиров, рекомендуется провести предварительный анализ.

Более детальную информацию вы можете найти в таблице химической стойкости Georg Fischer (см. стр. 5).

Данные спецификации также подходят — с исключениями — для клеевых соединений, где для заполнения зазора клеевой состав с эффектом сильного растворения PVC-U.

PVC-U характеризуется высокой стойкостью к атмосферным воздействиям. Длительное воздействие прямых солнечных лучей, а также ветра и дождя только поверхностно повреждают материал. Несмотря на очень высокую стойкость к атмосферным воздействиям в отношении ультрафиолетового излучения, ударная вязкость PVC-U несколько снижается. При использовании в особо сложных условиях рекомендуется защитить материал от воздействия прямых солнечных лучей.

Тепловые свойства

PVC-U демонстрирует хорошие показатели в температурном диапазоне от 0 до +60 °C. При более низких температурах значительно снижается ударная вязкость. При более высоких температурах снижаются сопротивление растяжению и прочность. Пожаростойкость, сверьтесь с диаграммой давления/температуры для определения максимальной рабочей температуры. Так как температура размягчения материалов, из которых произведены фитинги и клапаны, выше +76 °C, сферу применения можно ограничить температурой +60 °C.

Коэффициент теплового расширения PVC-U составляет от 0,07 до 0,08 мм/м×K, что определено выше соответствующего значения для металлов. Среди всех материалов, предлагаемых Georg Fischer для производства трубопроводов, PVC-U характеризуется одним из самых низких коэффициентов термического расширения. Тем не менее, при проектировании трубопровода необходимо учитывать этот коэффициент.

Как и все полимеры PVC-U является хорошим теплоизолятором. Теплопроводность PVC-U очень низка и составляет 0,15 Вт/м×K. Значение же для стали, с другой стороны, составляет 250 Вт/м×K.

Горение

Высокое содержание хлора в PVC-U обуславливает поведение материала при горении. Самовозгорание в результате температурного воздействия происходит только при +450 °C. PVC-U загорается при воздействии открытого огня, однако немедленно гаснет после устранения пламени (самозатухание).

Кислородный индекс составляет 42% (материалы, у которых кислородный индекс составляет менее 21%, считаются огнеопасными).

Таким образом, PVC-U попадает в лучший класс пожароопасности V0 в соответствии с UL94, и в класс строительных материалов B1 (сложно воспламенить), в соответствии с DIN 4102-1. В соответствии с французским методом тестирования NF P 92-501, Georg Fischer PVC-U классифицируется как M2.

Так как в процессе горения PVC образуется хлористый водород, который при соединении с водой образует агрессивную кислоту, после пожара необходима немедленная очистка зон, восприимчивых к коррозии. Опасность от воздействия соляной кислоты на персонал минимальна, так как её резкий запах позволяет заранее избежать отравления токсичными газообразными продуктами горения, в основном состоящими из не имеющего запаха угарного газа.

Ограничений, связанных с выбором средств пожаротушения, нет.

Электрические свойства

PVC-U, как и все немодифицированные термопласты, не является проводником. Это означает, что в системах, произведённых из PVC-U, не может проявляться электрохимическая коррозия. С другой стороны, отсутствие проводимости необходимо учитывать, так как в трубопроводе может накапливаться статическое электричество. Особенно важно учитывать это обстоятельство в местах возможного образования взрывоопасных газов. Существуют различные методы предотвращения появления электростатических зарядов на полимерном трубопроводе.

Физиологические свойства

Компанией Georg Fischer разработаны образцы PVC-U, которые могут контактировать с питьевой водой и пищевыми продуктами. Физиологическая безвредность PVC-U в отношении нейтральных, кислотных и алкогольных пищевых продуктов, а также отсутствие влияния на питьевую воду в плане запаха, вкуса и микробиологических эффектов регулярно проверяется и отслеживается независимыми организациями в разных странах.

Georg Fischer предлагает системы из PVC-U, не содержащие свинец и кадмий для использования с питьевой водой и в пищевой промышленности. Остаточное содержание мономера винилхлорида лежит ниже граничного уровня, фиксируемого современными аналитическими методами.

Проектирование промышленных систем трубопроводов

ПОВЕДЕНИЕ PVC-U ВО ВРЕМЕНИ

Подсчёт (основан на EN ISO 15493: 2003)

На следующих диаграммах представлено поведение PVC-U в долгосрочной перспективе. Для температурного диапазона от +20 до +60 °C приведены т.н. «линии разрушения». Они построены как LCL-кривые (Нижний Доверительный Предел), что, по определению, означает, что 97,5% точек разрушения находится на или над кривой.

Обычно, для полукристаллических термопластиков, таких как PVC-U на диаграмме гидростатической силы нет излома.

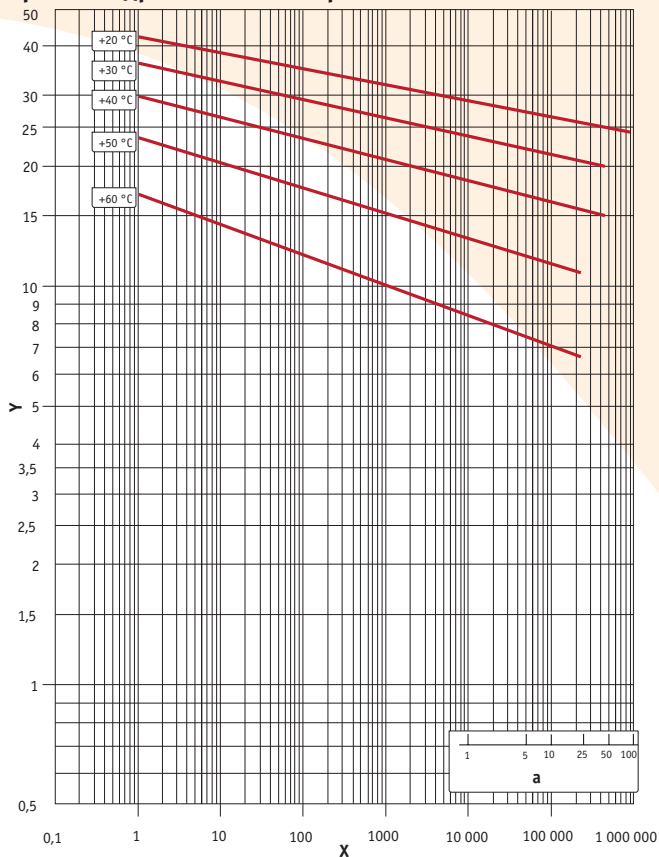
Кривые построены в двойном логарифмическом масштабе (нелинейном), пожалуйста, имейте это в виду при поиске значений напряжения или времени.

Диаграмма давление/температура, построенная для труб и фитингов из PVC-U, взята из диаграммы гидростатической силы с введённым расчётным коэффициентом и сроком службы в 25 лет.

Диаграмма гидростатической силы построена на основе метода экстраполяции, в соответствии с EN ISO 9080. С помощью следующей ниже формулы (4-параметрическая модель) можно определить напряжение, температуру или время в температурном диапазоне от +20 до +60 °C.

$$\log t = -164,461 - 29349,493 \times \frac{\log \sigma}{T} + 60126,534 \times \frac{1}{T} + 75,079 \times \log \sigma$$

Кривая гидростатической прочности PVC-U



Y — окружное напряжение, МПа
X — время до разрушения, ч
a — время до разрушения, год

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБ И ФИТИНГОВ

Выбор материала и уровня допустимого давления компонентов трубы важен как для безопасности в эксплуатации, так и для достижения определённого минимального срока службы системы.

Определяющими являются следующие факторы:

- рабочее давление;
- рабочая температура;
- тип среды;
- продолжительность обслуживания.

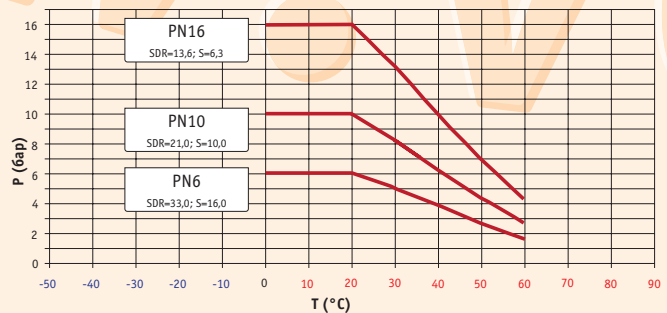
Если факторы безопасности отличаются или срок службы изменён, то требуются отдельные расчёты.

Химическая стойкость используемого материала может быть определена из нашего специального списка «Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем» (см. стр. 6).

Диаграмма давление/температура для PVC-U

Приведённая диаграмма давление/температура для труб и фитингов из PVC-U рассчитана на срок службы 25 лет.

Данный материал может использоваться для водной или идентичной водной средах, то есть в средах без химического воздействия.



P — допустимое давление, бар

T — температура, °C

Расчёт допустимого давления / необходимой толщины стенки

Выбор трубопроводных систем из пластика

Определение размеров труб из термопластика, обусловленное внутренним давлением, тесно связано с требуемым напряжением, и рассчитываются по специальной формуле. Все размеры труб, приведённые в стандартах, основаны именно на ней. Отклонения от неё могут иметь место для диапазона небольших диаметров, так как из практических и производственных соображений необходимо поддерживать минимальный уровень толщины стенки.

$$e = \frac{p \times d}{20 \times \sigma_{zul} + p}$$

2. Проектирование промышленных систем трубопроводов

Здесь

e — толщина стенки, мм;

d — внешний диаметр трубы, мм;

p — допустимое рабочее давление, бар (при +20 °C)

σ_{zul} — допустимое окружное напряжение, Па.

Показатель «Номинальное давление» недостаточен, будучи единственным.

Классификация PN, используемая по всему миру, некорректна при стыковой сварке.

В сложившейся практике для труб из термопластика используются нейтральные в отношении давления описания труб с одинаковыми характеристиками по давлению. Это упрощает использование труб в различных сферах применения в различных условиях.

ISO 4065 классифицирует трубы по сериям, в соответствии с рейтингом давления, так что трубы с одинаковыми номерами серий характеризуются одинаковым рейтингом давления, что также является причиной маркировки в соответствии с номинальным давлением. Серии обозначаются буквой S.

S — безразмерная величина.

Серийная нумерация основана на следующей формуле:

$$S = \frac{10 \times \sigma_{zul}}{p \times C} = \frac{d - e}{2 \times e}$$

В качестве примера для труб PP 110×10

$$S = (110 - 10) / (2 \times 10) = 5$$

Также применяется SDR; SDR — стандартное соотношение размеров. Это отношение диаметра к толщине стенки.

$$SDR = \frac{d}{e}$$

Серии и SDR связаны между собой формулой:

$$SDR = 2 \times S + 1$$

В случае с примером выше,

$$SDR = 110/10 = 2 \times 5 + 1 = 11$$

Все три стандарта PN, S и SDR коммерчески доступны. Мы всегда рекомендуем использовать размеры и значение толщины стенки в соответствии с сериями S или SDR.

Расчёт эффективных расчётных коэффициентов и допустимого рабочего давления

Чтобы рассчитать коэффициенты и допустимое рабочее давление, необходимо знать долгосрочное поведение материала в напряжённом состоянии. На диаграмме слева представлена зависимость долгосрочного напряжения σ от желаемого срока службы и рабочей температуры. В виду того, что толщина стенки фитингов и клапанов обычно больше, чем толщина стенки трубы эквивалентного рейтинга давления, все расчёты можно проводить на основе внешнего диаметра и толщины стенки трубы. Эффективный расчётный коэффициент можно найти с помощью следующей формулы:

$$C = \frac{\sigma_s \times 20 \times e}{p \times (d - e)}$$

где:

C — расчётный коэффициент;

σ — окружное напряжение, Па;

e — толщина стенки трубы, мм;

d — внешний диаметр трубы, мм;

p — рабочее давление, бар.

Пример:

Предполагаемый срок службы: 25 лет

Максимальная рабочая температура: +40 °C

Максимальное рабочее давление: 3 бар

Материал: PVC-U

Рейтинг давления: PN16

Размеры трубы: 110×8,1 мм

σ (исходя из кривых гидростатической силы): 15,5 Па

$$C = (15,5 \times 20 \times 8,1) / (3 \times (110 - 8,1)) = 8,2 > 2,5$$

Аналогично допустимое рабочее давление может быть представлено формулой:

$$p = \frac{20 \times e \times \sigma_s}{d - e}$$

Для лучшего понимания, расчёты выполняются так, как показано в приведённом выше примере, однако, используя минимальный σ для PP-H, а не рассчитанный.

$$p = (20 \times 8,1 \times 15,5/2,5) / (110 - 8,1) = 9,9 \text{ бар}$$

Внимание: приведённый выше расчёт применим только для свободно двигающихся труб. Трубы, зафиксированные в осевом направлении (фиксированная установка), необходимо проверить на изгибание. В большинстве случаев это приводит к сокращению максимального внутреннего давления, а также к более коротким расстояниям между держателями. Более того, необходимо принять во внимание силы, действующие в местах фиксации.

Использование трубопроводов из пластика в высокогорючих средах / для транспортировки взрывоопасных веществ

В нормальном состоянии термопластики, обычно используемые для производства трубопроводов, в частности ABS, PVC-U, PVC-C, PP, PE и PVDF — непроводящие материалы. Их удельное сопротивление превышает 106 Ом×см. Таким образом, не может быть исключена возможность накопления электрического заряда. Это необходимо иметь в виду при проектировании и работ с трубопроводом. Однако, приняв некоторые меры предосторожности, перечисленные ниже, можно предупредить накопление электрического заряда.

Непроводимость большинства пластиков привела к их широкому распространению в электрической инженерии и электронике. Однако это свойство может представлять собой слабую сторону этих материалов при определённых условиях в некоторых сферах применения. В случае трубопроводных систем из пластика становится значимым вопрос электростатического заряда, когда необходимо осуществить транспортировку электрически не проводящих сред, и когда трубы установлены таким образом, что имеет место возможность взрыва. В обоих случаях непроводимость пластиков не является только слабой стороной, однако это свойство представляет серьёзную опасность. ABS, PVC-U, PVC-C, PP, PE и PVDF принадлежат к классу электрически непроводящих материалов. Электрически непроводящие мате-

2. Проектирование промышленных систем трубопроводов

риалы — такие материалы, чьё удельное сопротивление превышает 106 Ом×см. Значения удельного сопротивления перечисленных материалов приведены в порядке возрастания и достигают значения 1015 Ом×см.

Опасность накопления электростатического заряда возрастает при превышении величины удельного сопротивления выше 109 Ом×см. Это необходимо принимать во внимание при определённых условиях работы.

Например, в горной промышленности, в целом, и в особенности в сферах с высокой опасностью выбросов взрывчатых газов в правилах безопасности установлена необходимость использования пластиков, чьё удельное сопротивление не превышает 108 Ом×см (при +20 °C и влажности 35%).

В принципе, возможно создание непроводящих пластиков, становящихся проводимыми при определённых условиях, например, при добавлении карбона. Однако такие добавки могут негативно повлиять на другие желаемые свойства. Таким образом, необходимо рассматривать каждый конкретный случай, чтобы выбрать материал, наилучшим образом отвечающий требованиям ситуации.

В случае установки трубопровода в местах взрывоопасных газовоздушных выбросов а также для транспортировки непроводящих сред, в процессе планирования прокладки необходимо обратить внимание на следующие правила безопасности.

Установка в местах, где могут случиться взрывоопасные газовоздушные выбросы

- Избегайте накапливания взрывоопасных смесей, например, с помощью вентиляции или вытяжки воздуха.
- Избегайте возможности накапливания электрического заряда на трубопроводах и арматуре.
- Снимайте статический электрический заряд, покрывая поверхность трубы краской (без растворителя) с содержанием металлической стружки или обёртывая трубу в проводящую фольгу. Необходимо заземлить трубу.
- Избегайте накапливания электрического заряда, увеличивая относительную влажность воздуха. Водная плёнка на поверхности трубы увеличивает проводимость. Накопление электрического заряда практически невозможно при превышении значения влажности 65%. Так как ABS, PVC-U, PVC-C, PP, PE и PVDF гидрофобны, формирование постоянной влажной пленки можно облегчить, натерев поверхность трубы гигроскопичным мылом.
- Мы настоятельно рекомендуем не ограничиваться обработкой поверхности трубы лишь антистатичным напылением или гигроскопичным мылом для увеличения проводимости, так как эффективность этой меры непродолжительна, а кислотные повреждения плёнки невосстановимы.

Транспортировка электрически непроводящей среды

- Категорически не рекомендуется осуществлять транспортировку сухих веществ, электрически непроводящих в силу эффектов возникновения электрического заряда и сильного износа материала. Рекомендуется проводить предварительную проверку на предмет целесообразности использования пластиковых труб для подобных сфер применения.
- Электрически непроводящие горючие газы или жидкости следует транспортировать только в закрытых трубопроводных системах.

Пластиковые трубопроводы для транспортировки дезинфицирующих средств

Пластиковые трубопроводы широко применяются для транспортировки дезинфицирующих средств. Выбор материала сопряжён с большой осторожностью, т.к. некоторые типы дезинфицирующих средств могут повредить некоторые термопластики.

Была проведена серия тестов, в результате которых PE оказались подходящими для всех типов дезинфицирующих средств, в то время как PP оказались непригодными ни для каких видов. PVC также можно использовать при соблюдении некоторых правил относительно того, когда происходит склеивание, и когда определяются рабочие условия. Трубопроводы из PVDF также подходят для этих сфер применения.

На протяжении последних нескольких лет пластиковые трубы и фитинги предпочтительны для транспортировки дезинфицирующих средств в больницах и клиниках. При планировании трубопровода необходимо принять во внимание некоторые характеристики дезинфицирующих средств и рабочие условия, например, при принятии решения о том, какой материал использовать для производства труб и какой тип сварки наиболее предпочтителен. Были проведены обширные тесты, чтобы исследовать поведение большого количества дезинфицирующих средств при транспортировке в трубах и фитингах, сделанных из PVC, PE и PP.

Наши тесты PVC были дополнены последующими тестами, проведенными компанией Хенкель (Дюссельдорф). Результаты ранних предварительных тестов послужили основой, позволили выделить следующие критерии:

- а) дезинфицирующие средства обладают большой капиллярной силой. Таким образом, соединения необходимо проводить с особой тщательностью;
- б) вид или тип дезинфицирующих средств может быть несколько раз изменён в течение срока службы трубопроводной системы;
- с) различные дезинфицирующие средства имеют различный состав и по-разному ведут себя по отношению к пластикам. Цель экспериментов заключалась в том, чтобы составить инструкцию по планированию, приняв во внимание приведенные выше критерии. Для тестирования стойкости материала, из которого сделаны трубы, образец был наполнен дезинфицирующим средством, а не водой, при этом были проведены тесты в условиях длительного внутреннего давления, согласно Стандартам. В то же время были протестированы соединения труб, произведённых из каждого протестированного материала.

Химическая стойкость PVC-U, PE и PP в условиях транспортировки дезинфицирующих средств

Дезинфицирующие средства обычно сделаны на водной или алкогольной основе с содержанием специальных активных агентов против микробов.

Обычно они также содержат моющие присадки, чья капиллярная сила усиливает эффект антибиотика.

Также могут использоваться хлорные сепараторы, в зависимости от сферы применения. Значение pH может колебаться в некоторых пределах, от слабокислотного до слабощелочного, однако это почти не оказывает влияния на сопротивление пластиков. Были протестированы трубы и фитинги, сделанные из PVC, PE и PP, а также соответствующие соединения.

2. Проектирование промышленных систем трубопроводов

PVC-U (Поливинил Хлорид)

Обнаружено, что различные дезинфицирующие средства по-разному воздействуют на PVC.

Результаты тестов долговременной стойкости PVC в водной среде лишь частично совпадают. С некоторыми из тестируемых дезинфицирующих средств образец преждевременно был повреждён из-за коррозии под напряжением.

Все протестированные склеенные соединения оставались герметичными вплоть до повреждения тестового образца. Требуемая продолжительность теста могла быть достигнута с помощью сокращения тестового давления. Результирующая нагрузка соответствовала значению, указанному в Стандартах для опасных сред, против которых PVC является устойчивым. Из этих тестов видно, что можно ожидать разрушения образца из-за напряжения при относительно высоком окружном напряжении, или после больших периодов неполной нагрузки. Эффективная нагрузка на компоненты трубопровода на практике образуется из внутреннего давления и, возможно, из распределённого напряжения, обусловленного условиями установки.

PE (Полиэтилен)

Номинальная долговременная стойкость труб была эквивалентна или превышала соответствующий показатель каждого из протестированных дезинфицирующих средств. Соединения на основе раструбной сварки оставались герметичными вплоть до прерывания теста, после превышения его номинальной продолжительности.

PP (Полипропилен)

Тесты показали, что полипропилен не является стойким по отношению к какому-либо из протестированных дезинфицирующих средств. Тестовый образец разрушался в каждом случае, даже до достижения минимальной продолжительности теста.

Оценка результатов теста и их значение для проектирования трубопроводов для транспортировки дезинфицирующих средств.

PVC-U (поливинилхлорид непластифицированный)

Мы рекомендуем, чтобы в целом использовались только трубы и компоненты, чьи размеры соответствуют рейтингам давления по крайней мере 10 бар или S 10. Более того, трубы из PVC нельзя использовать в условиях рабочего давления более 6 бар при 20 °C, или при средней температуре стенки трубы выше, при соответственном меньшем рабочем давлении. Необходимо особое внимание уделить чёткому выполнению инструкций при склеивании соединений из-за сильного капиллярного воздействия дезинфицирующих средств.

PE (Полиэтилен)

Результаты тестов, проведенных в условиях долговременного внутреннего давления, говорят о том, что трубопроводы из данного материала можно устанавливать таким же образом, как если бы предметом транспортировки была вода. Таким образом, для труб и фитингов с рейтингом давления PN 10 (трубы серии 5 в ISO 4065) максимальное рабочее давление не должно превышать 10 бар при температуре стенки трубы 20 °C.

PP (Полипропилен)

Мы не рекомендуем использовать полипропилен для транспортировки дезинфицирующих средств т.к. его низкая химическая стойкость приведет к преждевременному выходу из строя трубопровода.

PVDF (Поливинилиден Фторид)

Трубы, фитинги и клапаны, сделанные из PVDF, система SYGEF®, подходят для транспортировки дезинфицирующих средств. Они также могут выдержать нагрузку среды, к которой PVDF обладает стойкостью.

Рекомендации по использованию

Понятно, что приведённая информация справедлива только в отношении протестированных дезинфицирующих средств. Таким образом, список протестированных сред является неполным. Кроме того, мы не несём ответственность за композицию дезинфицирующих средств. Изменение их композиции при этом может изменить их поведение в отношении протестированных здесь материалов. Так что наше исследование применимо только в отношении композиций дезинфицирующих средств на момент тестирования. Мы рекомендуем запросить письменное подтверждение от производителя того, что дезинфицирующее средство совместимо с данным материалом.

Пластиковые трубопроводы в условиях вакуума

Механическая нагрузка в условиях абсолютного вакуума соответствует дифференциальному частичному вакууму в 1 бар, например, эффективное давление на внутреннюю стенку трубы на 1 бар меньше, чем давление на внешнюю стенку при стандартном атмосферном давлении.

В условиях дифференциального частичного вакуума необходимо уделять особое внимание размерностной стабильности трубы. Этот показатель можно рассчитать с помощью классической формулы изгиба для цилиндрических труб:

$$P_k = \frac{E_c}{4 \times (1 - \mu^2)} \times \left(\frac{e}{r}\right)^3$$

где:

P_k : критическое давление изгиба в Н/мм² (10 Н/мм² = 1 бар)

E_c : модуль ползучести в Н/мм²

μ : коэффициент Пуассона

e : толщина стенки в мм

r : средний радиус трубы в мм

Труба в условиях абсолютного вакуума (дифференциальный частичный вакуум в 1 бар) установлена соответствующим образом против изгиба с критическим давлением изгиба $P_k = 1$ бар, например, когда коэффициент безопасности равен, по крайней мере, 2.

Необходимо принять во внимание любое влияние, обусловленное отклонением формы трубы от окружности и эксцентриситета. С этими допущениями получаются следующие ниже максимальные температуры применения для различных материалов, из которых может быть произведена труба (принимая во внимание общие температурные пределы применения для специфических материалов). Ниже представлены серии труб для систем PN10 и PN16. **Более тонкостенные серии труб (PN6) не подходят для применения в данных условиях.**

(для срока службы 25 лет: коэффициент Пуассона $\mu = 0,4$; коэффициент безопасности = 2)

3. Клеевые соединения

Максимальные температуры применения в условиях вакуума (дифференциальный частичный вакуум в 1 бар)

ABS	PVC-U	PVC-C
PN10, SDR17 до +60 °C	PN10, SDR21 до +40 °C	PN10, SDR21 до +70 °C
PN16, SDR11 до +60 °C	PN16, SDR13.6 до +60 °C	PN16, SDR13.6 до +80 °C

PE80	PE100	PP
PN10, SDR11 до +50 °C	PN16, SDR11 до +60 °C	PN10, SDR11 до +80 °C

Фитинги

Поведение в условиях вакуума наших фитингов менее критично, чем поведение труб в силу их большей толщины стенок.

Клапаны

В условиях вакуума чаще всего используются шаровые краны и мембранные клапаны. В следующей ниже таблице приведены допустимые условия вакуума для клапанов (–760 мм рт. ст. означает полный вакуум).

Тип арматуры	Диаметр, мм	Допустимый вакуум при максимальной температуре до +50 °C
Кран шаровой	10...50	–760 мм рт. ст.
Клапан мембранный	15...50	–760 мм рт. ст.
Затвор дисковый	65...200	–760 мм рт. ст.
	250, 300	–500 мм рт. ст.

Клеевые соединения

Инструкция по склеиванию PVC-U при помощи клея TANGIT для диаметров от d6 до d400

Для технологии склеивания необходимо обладать определёнными техническими знаниями, которые приобретаются в ходе соответствующих курсов обучения. Если вы хотите пройти курс обучения, обратитесь к нашим сотрудникам.

Размеры труб, фитингов и запорной арматуры Georg Fischer и Techno Plastic соответствуют мировым национальным стандартам, в том числе и ISO 727-1 по размеру втулок. Фитинги и краны можно использовать с любыми трубами PVC-U, внешний диаметр которых соответствует ISO 11922-1.

В соответствии с ISO 727-1 минимальные длины по склеиванию указаны в таблице.

Рекомендации по склеиванию фитингов PVC-U размерами от d250 до d400

Клеевые фитинги из PVC-U d250...315 изготовлены и протестированы на номинальное давление PN10 (10 бар), размеры d355 и d400 — на номинальное давление PN6 (6 бар).

Наш опыт и испытания показали, что трубы свыше d315 имеют слегка овальную форму, в результате чего при склеивании может возникнуть зазор размером более 0,6 мм. Максимальный допустимый зазор согласно DIN 16970 составляет 0,6 мм.

Специалисты Georg Fischer рекомендуют проводить испытание труб размером свыше d315 при максимальном рабочем давлении в 6 бар.

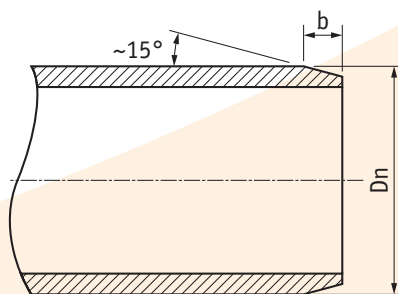
Просим также обратить внимание на специальные пометки для размеров d250...400, которые встречаются в данной инструкции (см. таблицу далее).

Длина клеевого соединения	
Внешний диаметр трубы — внутренний диаметр фитинга d (мм)	Минимальная длина клеявого соединения L (мм)
6	12,0
8	12,0
10	12,0
12	12,0
16	14,0
20	16,0
25	18,5
32	22,0
40	26,0
50	31,0
63	37,5
75	43,5
90	51,0
110	61,0
125	68,5
140	76,0
160	86,0
200	106,0
225	118,5
250	131,0
280	146,0
315	163,5
350	183,5
400	206,0

3. Клеевые соединения

Инструменты и оборудование

Труборез Типа KRA	d 10...63 d 50...110 d 110...160	
Труборез Тип Scorpi 220	230 В / 50...60 Гц	
Фаскосниматель	d 16...75 d 32...200	
Очиститель	Банка 1 л	
Клей Tangit PVC-U	0,25кг/банка 0,50кг/банка 1,0кг/банка	
Кисточки	Внешний диаметр трубы (мм)	Кисточки
	6...10 12...32 40...63 75...140	Круглая кисточка d = 4 мм Круглая кисточка d = 8 мм Плоская кисточка 25×3 мм Плоская кисточка 50×5 мм
Колпачок для клея	Заказывается отдельно	
Бумага белая впитывающая	Имеется в продаже	
Защитные перчатки	Имеется в продаже	



Внешний диаметр трубы Dn, мм	Ширина фаски b, мм
6...16	1...2
20...50	2...3
63...225	3...6
250...400	4...8

Протереть наружную поверхность трубы и внутреннюю поверхность фитинга чистой салфеткой для удаления пыли и загрязнений. Отметка длины соединения на трубе позволяет проверить правильность соединения уже после склеивания, а именно, полностью ли вошла труба в фитинг или нет.

Примечание: Если труба имеет максимальный наружный диаметр, а фитинг минимальный внутренний диаметр (согласно допускам), то трубу нельзя вставлять в сухом виде в фитинг.

Это возможно только после нанесения клея.

Клей Tangit PVC-U поставляется уже готовым к применению. Перед использованием следует хорошо взболтать банку с клеем! Клей правильной консистенции легко и равномерно стекает с деревянного шпателя, который держится под наклоном. Клей, который больше не наносится ровным слоем, не пригоден к использованию. Клей нельзя разбавлять. Клей и очиститель должны храниться в сухом прохладном месте (+5...+35 °C)!

При правильном соблюдении условий хранения срок годности клея и очистителя составляет 24 месяца со дня изготовления (см. маркировку на банке).

Процедура склеивания

Тщательно очистить наружную поверхность трубы и внутреннюю поверхность фитинга при помощи очистителя Tangit и впитывающей бумаги. Для каждой детали следует использовать новую бумагу. Удалить конденсат на трубе и фитинге.

Внимание: Конец трубы и фитинг должны быть в сухом чистом виде без жира и грязи. После нанесения очистителя не следует прикасаться к деталям.

Трубы PVC-U могут иметь воскообразную пластичную поверхность. В этом случае процедуру очистки следует повторять до тех пор, пока поверхность визуально не станет матовой.

В отдельных случаях для диаметров от 250 до 400 мм может понадобиться машинная обработка поверхности.

Доказательством некачественного соединения является отсутствие или недостаточная адгезия между деталями соединения после очистки (проверка пальцами на ощупь).

Затем поверхности соединений следует зачистить наждаком (зернистостью 80 или более), придав им шероховатость, с соблюдением максимально допустимого зазора.

Склеивание труб PVC-U должно проходить при t° +5...+40 °C. При изменении температуры принять следующие меры:

Расход клея Tangit PVC-U и очистителя Tangit

d (мм)	Клей		Растворитель	
	Расход (в кг) на 100 соед.	Кол-во соед. на 1 кг	Расход (в л) на 100 соед.	Кол-во соед. на 1 л
16	0,4	250	0,2	500
20	0,5	200	0,3	333
25	0,6	166	0,4	250
32	0,8	125	0,5	200
40	1,1	91	0,7	143
50	1,5	72	0,9	111
63	1,7	59	1,1	91
75	2,2	45	1,3	77
90	4,0	25	1,4	71
110	8,0	12	1,7	59
140	13,0	7	2,1	48
160	19,0	5	2,5	40
200	24,0	4	3,5	29
225	26,0	3,5	4,5	22
250	31,0	3	5,5	18
280	38,0	2,5	6,5	15
315	52,0	2	10,2	10

Подготовительный этап

Трубу необходимо отрезать под правильным углом. Затем удалить внутреннюю кромку и снять фаску с внешней кромки согласно рисунку. Только после этого возможно склеивание. См. рисунок.

Внимание: Правильное снятие фаски предотвращает расползание клея при соединении трубы с фитингом.

3. Клеевые соединения

• образуемые при более низких температурах конденсат или ледяную воду необходимо устранить, например, при помощи тёплого воздуха. Клей и очиститель следует хранить при комнатной температуре;

• следует избегать неравномерного нагревания (следовательно, желательно сократить время с момента нанесения клея до соединения) при склеивании при высоких температурах, защищая поверхность соединения от прямых солнечных лучей;

Быстрое схватывание клея обуславливает определённый промежуток рабочего времени (время с момента нанесения клея до соединения), в который необходимо уложиться сразу после нанесения клея. Время схватывания клея PVC-U изменяется вместе с температурой окружающей среды и толщины нанесённого слоя клея.

Примечание: При использовании клея Tangit Express время с момента нанесения клея до соединения при $t^{\circ} +20^{\circ}\text{C}$ сокращается до 1 мин., а при $+40^{\circ}\text{C}$ — до 30 с. Таким образом, максимальный диаметр ограничивается 110 мм.

Нанести обычный слой клея на фитинг, затем более толстый на трубу при помощи кисточки, прилагая соответствующие усилия. Направление всегда должно быть по оси. Доказательством ровного достаточного слоя клея на поверхностях соединения является достаточный слой клея на кисточке.

Размеры до d75 мм

Склеивание может произвести один специалист.

Размеры d90...d225 мм

Клей на трубу и фитинг должен наноситься одновременно двумя специалистами для соблюдения времени с момента нанесения клея до соединения.

Размеры d250...d400 мм

Клей на трубу и фитинг должен наноситься одновременно двумя специалистами по направлению оси при помощи широкой плоской кисточки (минимальной толщиной слоя 1 мм).

Размеры до d225 мм

После нанесения клея сразу вставить трубу в фитинг на полную глубину клеевого соединения. Не крутить! Убедиться в том, что фитинг находится в правильном положении. Дать клею схватиться. Подождать минимум 5 минут перед тем, как делать следующее соединение. При температурах ниже 10°C время ожидания составляет до 15 минут.

Размеры d225...d400 мм

После нанесения клея соединить трубу и фитинг до отметки без закручивания (работа выполняется 3—4 специалистами) и выровнять их. Убедиться, что выходной конец фитинга находится в правильной позиции. Зафиксировать соединение в таком положении на 1 минуту. Время ожидания составляет 15 минут перед тем, как приступить к следующему соединению. Следует помнить, что при температуре ниже 10°C время ожидания увеличивается до 30 минут.

При помощи впитывающей бумаги удалить лишний клей. Наплывы лишнего клея вокруг внешней окружности соединения и более мелкие наплывы вокруг внутренней окружности свидетельствуют о том, что соединение выполнено правильно.

После использования очистить кисточку от лишнего клея при помощи сухой впитывающей бумаги, а затем при помощи очистителя Tangit. Перед повторным использованием кисточка должна быть сухой.

После использования закрыть банку с клеем для предотвращения испарения содержимого. Конический колпачок позволяет оставлять кисточку в банке во время перерывов в работе.

И клей, и очиститель являются растворителями для PVC-U. В связи с этим, ни трубы, ни фитинги не должны находиться в контакте с пролитым клеем или бумагой, содержащей остатки растворителя.

По окончании склеивания рекомендуется прочистить трубопровод при помощи воды.

Запрещается использовать для прочистки сжатый воздух.

Период высыхания и испытание давлением

Период высыхания перед проведением испытания давлением зависит от температуры высыхания, а также размеров и условий соединения.

Интервал времени между последним соединением и испытанием под давлением указан в таблице (см. далее).

В случае, если речь идёт о напорном трубопроводе, например, после ремонта, применяется следующее правило: 1 час периода ожидания/1 бар рабочего давления.

Примечание: после использования клея Tangit Express (только до d110) время ожидания до начала испытания сокращается до 12 часов.

d (мм)	Номинальное давление фитинга, вода, $+20^{\circ}\text{C}$	Макс. рабочее давление, вода, $+20^{\circ}\text{C}$	Макс.испы- тательное давление, вода, $+20^{\circ}\text{C}$	Время ожи- дания между последним соединением и испытанием, ч
до 225	PN10 или PN16	10 или 16 бар	15 или 21 бар	15 или 24
250	PN10	10 бар	15 бар	24
280	PN10	10 бар	15 бар	
315	PN10	6 бар	9 бар	
350	PN6	6 бар	9 бар	
400	PN6	6 бар	9 бар	

Клей и очиститель Tangit содержат летучие растворители, поэтому для закрытого пространства очень важно наличие качественной вентиляции и вытяжки. Поскольку пары растворителей тяжелее воздуха, вытяжки должны располагаться на уровне пола или, по крайней мере, на уровне ниже рабочего. Для минимизации попадания паров растворителей в воздух использованную бумагу с остатками клея и растворителя выбрасывать в закрытые контейнеры!

Клей и очиститель являются легковоспламеняющимися веществами. Следует проверить наличие огнетушителя перед началом склеивания, отключить незащищённые электроприборы, электронагреватели и т.д. Не курить! Прервать сварочные работы. Далее, соблюдать все инструкции изготовителя (смотри, этикетку на банке, а также прочую дополнительную документацию).

Следует защищать трубы и фитинги от разлитого клея, очистителя и впитывающей бумаги. Не выбрасывать оставшийся клей и очиститель в мусоропровод.

Во избежание контакта клея и очистителя с кожей рекомендуется использовать защитные перчатки. В случае попадания клея или очистителя в глаза, немедленно промыть их водой. Обратитесь к врачу! Следует немедленно сменить одежду с остатками клея. Всегда соблюдайте правила техники безопасности.

Не блокировать трубопроводы во время периода высыхания. Это особенно важно при температурах ниже $+5^{\circ}\text{C}$, в противном случае существует опасность повредить материал.

3. Клеевые соединения

Инструкция по склеиванию PVC-U и PVC-C при помощи клея Dytex для диаметров от d12 до d140 мм

Клей Dytex и растворитель/очиститель Dytex представляют собой специальную систему для склеивания трубопроводов из PVC-U/PVC-C, которые используются в агрессивных средах, например, в концентрированных неорганических кислотах. Для всех прочих сред, которые не указаны в данной инструкции, или сред с более низкими концентрациями следует использовать клей Tangit.

Для технологии склеивания необходимо обладать определёнными техническими знаниями, которые приобретаются в ходе соответствующих курсов обучения.

Размеры труб GF соответствуют мировым национальным стандартам, в том числе и ISO 727-1 по размеру втулок. Фитинги и клапаны GF можно использовать с любыми трубами PVC-U или PVC-C, внешний диаметр которых соответствует ISO 11922-1.

В соответствии с ISO 727-1 минимальные длины клеевого соединения указаны в таблице.

Наружный диаметр трубы/ внутренний диаметр переходной втулки, d (мм)	Минимальная длина клеявого соединения, L (мм)
12	11,0
16	13,0
20	15,0
25	17,5
32	21,0
40	25,0
50	30,0
63	36,5
75	42,5
90	50,0
110	60,0
125	67,5
140	75,0

Использование клея Dytex рекомендуется для клеевых соединений трубопроводов из PVC-U или PVC-C для кислотных сред, указанных в таблице.

В связи с негативным воздействием данных кислот на материал трубопровода, мы рекомендуем использовать давление PN16.

Внимание: Обычно, допустимое давление необходимо уменьшить на один номинал (например, с PN16 до PN10).

При склеивании PVC-C при помощи Dytex для вышеуказанных кислот необходимо соблюдать требования по давлению и температуре для PVC-U.

Дополнительную информацию по химстойкости в отношении вышеуказанных кислот можно найти в характеристиках по химстойкости.

Среда	Концентрация, %
Серная кислота	≥70% H ₂ SO ₄ концентрированная
Смесь хромовой и серной кислот	≥70% H ₂ SO ₄ концентрированная плюс 5% K ₂ Cr ₂ O ₇ / Na ₂ Cr ₂ O ₇
Хромовая кислота	≥10% CrO ₃ концентрированная
Соляная кислота	≥25% HCl концентрированная
Азотная кислота	≥20% HNO ₃ концентрированная
Гипохлорит натрия (гипохлорит кальция)	≥6% NaOCl концентрированный с активным хлором
Пероксид водорода	≥5% H ₂ O ₂ концентрированный
Фтористоводородная кислота	Любой концентрации

Инструменты и оборудование

Труборез Тип KRA	d10...63 d50...110 d110...160
Труборез Тип KS 355	230 В/50...60 Гц
Фаскосниматель	d16...75 d32...200
Растворитель и очиститель Dytex	Банка 0,5 л
Клей Dytex	Банка 0,5 л
Внешний диаметр трубы (мм)	Кисточка
6...10 12...32 40...63 75...140	Круглая кисточка Ø4 мм Круглая кисточка Ø8 мм Плоская кисточка Ø3 мм Плоская кисточка Ø50 × 5 мм
Колпачок для клея	Заказывается отдельно
Белая впитывающая бумага	Имеется в продаже
Защитные перчатки	Имеются в продаже

3. Клеевые соединения

Расход клея и очистителя Dytex

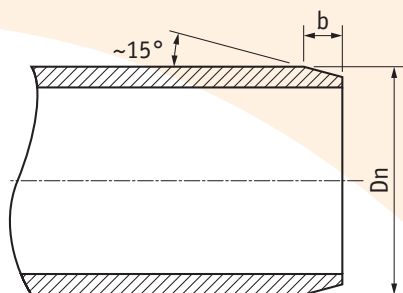
d (мм)	Клей Dytex/ 100 соединений (кг)	Очиститель Dytex/ 100 соединений (л)
16	0,25	0,55
20	0,30	0,65
25	0,40	0,80
32	0,50	1,00
40	0,70	1,20
50	0,90	1,40
63	1,10	1,80
75	1,50	2,30
90	2,10	3,10
110	2,90	4,70
140	4,50	7,90

Внимание: данные, представленные в таблице, должны быть соблюдены для достижения максимального результата. В целом данные зависят от промежутка, температуры и рабочей техники.

Подготовительный этап

Трубу необходимо отрезать под правильным углом. Затем удалить внутреннюю кромку и снять фаску с внешней кромки согласно рисунку. Только после этого возможно склеивание. См. рисунок.

Внимание: Правильное снятие фаски предотвращает разползание клея при соединении трубы с фитингом.



Внешний диаметр трубы Dn, мм	Ширина фаски b, мм
6...16	1...2
20...50	2...3
63...140	3...6

Протереть наружную поверхность трубы и внутреннюю поверхность фитинга чистой салфеткой для удаления пыли и загрязнений. Отметка длины соединения на трубе позволяют проверить правильность соединения уже после склеивания, а именно, полностью ли вошла труба в фитинг или нет.

В связи с тем, что склеивание при помощи Dytex заключается не в заполнении зазоров или пространств, трубу и фитинг необходимо проверять в сухом виде. Если труба легко без сопротивления входит в фитинг до конца, необходимо нанести несколько слоев клея.

Клей Dytex поставляется уже готовым к применению. Перед использованием следует хорошо взболтать банку! Запрещается разбавлять клей Dytex. Клей и растворитель должны транспортироваться и храниться в сухом прохладном месте (+5...+35 °C)!

Процедура склеивания

Очистка производится при помощи очистителя Dytex (нельзя использовать очиститель Tangit!).

Промокнуть белую впитывающую бумагу в очистителе Dytex и тщательно протереть сухие поверхности трубы и фитинга, которые предстоит склеивать. Для каждого этапа очистки следует использовать новую бумагу. Затем наносить растворитель Dytex при помощи кисточки на поверхности для склеивания (на концы трубы с наружной стороны, фитинга с внутренней) до тех пор, пока поверхность не начнет растворяться (не станет липкой).

Клей следует наносить по направлению осей при помощи кисточки и подождать минимально 30 секунд до высыхания. Повторить процесс согласно таблице (см. далее).

Зазор (разница диаметров) более 0,4 мм не допускается! Трубы/фитинги диаметром от 110 необходимо измерять на допустимый зазор.

Нанесение клея в зависимости от зазора (разница диаметров)

d до 16 мм	зазор = ± 0,0 мм	макс. Ø 2 × обе стороны
d 16...25 мм	зазор = ± 0,0 мм	макс. Ø 3 × обе стороны
d 32...40 мм	зазор = ± 0,1 мм	макс. Ø 4 × обе стороны
d 50...63 мм	зазор = ± 0,2 мм	макс. Ø 6 × обе стороны
d 75...90 мм	зазор = ± 0,3 мм	макс. Ø 8 × обе стороны
d 110...140 мм	зазор = ± 0,4 мм	макс. Ø 10 × обе стороны

Примечание: меньшие зазоры по сравнению с указанными в таблице требуют меньше клея.

После последнего нанесения клея нанести на обе поверхности растворитель Dytex, чтобы вновь стали липкими, и сразу вставить трубу в фитинг так, чтобы они вошли до конца, не закручивая. Подождать пару секунд. Убедитесь, что фитинг занимает правильную позицию. При вставлении труб в фитинг должно чувствоваться определенное сопротивление. Слой клея должен быть ровным. Лишний клей убирается сразу.

Поскольку клей Dytex действует быстро, детали необходимо соединить максимально за 1 минуту с момента нанесения последнего слоя растворителя. При температуре выше 25 °C время соединения составляет менее 1 минуты.

В связи с таким коротким временем действия клея в 1 минуту, его использование ограничивается трубами диаметром 140 мм.

Интервал времени между предыдущим и следующим соединениями зависит от зазора:

Зазор менее 0,2 мм	Зазор более 0,2...0,4 мм
Время ожидания 10...15 мин	Время ожидания 30 мин. При температурах ниже 10 °C время ожидания увеличивается до 45 мин.

Процедура склеивания должна проходить при температуре окружающей среды +5...+40 °C. В случае отклонений см. меры безопасности:

При температурах, близких к замерзанию удалить конденсат или растаявшую воду, например, при помощи тёплого воздуха. До процедуры склеивания клей и растворитель должны храниться при комнатной температуре. Склеенное соединение должно находиться при t° ≈ 25 °C в течение еще 15...30 минут.

4. Гидравлические расчёты и потеря давления

При высоких температурах следует защищать область склеивания от прямых солнечных лучей во избежание чрезмерного нагревания компонентов.

Соединения размером до d63 могут производиться одним специалистом. Для соединений размером более d75 необходимо два специалиста: один – для нанесения клея на фитинг, второй – для нанесения клея на трубу, в противном случае не будет соблюдено требование по соединению максимально за 1 минуту.

Устранить остатки клея на кисточке при помощи белой впитывающей бумаги, затем промыть кисточку растворителем. Перед повторным использованием кисточки должны быть сухими (При необходимости встряхнуть их).

Для предотвращения испарения растворителя банку следует хранить в закрытом виде во время перерывов в работе. Можно использовать колпачок.

Поскольку клей и растворитель Dytex являются реактивными для травления, запрещается класть трубу и фитинг на разлитые остатки клея на бумаге или каким-то образом дать им соприкоснуться друг с другом.

Не накрывайте склеенные трубы во время процесса высыхания. Это особенно важно при температуре +5 °C, когда может повредить материал.

Период высыхания и испытание давлением

Окончательная прочность соединения достигается после периода высыхания, который составляет приблизительно 48 часов при комнатной температуре. При более низких температурах период высыхания длится дольше.

Гидравлические расчёты и потеря давления

Расчет гидравлических характеристик и потери давления

С помощью следующей формулы можно сделать первый приблизительный расчёт размера трубы, необходимого для данной интенсивности потока:

$$d_i = 18,8 \times \sqrt{\frac{Q_1}{v}}$$

или

$$d_i = 35,7 \times \sqrt{\frac{Q_2}{v}}$$

где:

v — Скорость потока в м/с

d_i — Внутренний диаметр трубы в мм

Q_1 — Интенсивность потока в м³/ч

Q_2 — Интенсивность потока в л/с

18,8 — Коэффициент преобразования в единицы

35,7 — Коэффициент преобразования в единицы

В первую очередь должна быть аппроксимирована скорость потока в соответствии с предполагаемым использованием трубы. Стандартными значениями для скорости потока являются:

Жидкости:

$v = 0,5...1,0$ м/с при всасывании

$v = 1,0...3,0$ м/с при нагнетании

Испытание трубопровода давлением следует проводить только через 48 часов как минимум после последнего соединения.

Меры предосторожности

Клей и очиститель Dytex содержат летучие растворители, поэтому для закрытого пространства очень важно наличие качественной вентиляции и вытяжки. Поскольку пары растворителей тяжелее воздуха, вытяжки должны располагаться на уровне пола или, по крайней мере, на уровне ниже рабочего. Для минимизации попадания паров растворителей в воздухе использованную бумагу с остатками клея и растворителя выбрасывать в закрытые контейнеры!

Клей и очиститель являются легковоспламеняющимися веществами. Поблизости не должно быть открытого пламени. Отключить незащищенные электроприборы, электронагреватели и т.д. Не курить! Прервать сварочные работы. Далее соблюдать все инструкции изготовителя (смотри этикетку на банке, а также прочую прилагаемую документацию).

Следует защищать трубы и фитинги от разлитого клея, очистителя и впитывающей бумаги с остатками клея и растворителя. Не выбрасывать оставшийся клей и очиститель в мусоропровод.

Во избежание контакта клея и очистителя с кожей рекомендуется использовать защитные перчатки.

В случае попадания клея или очистителя в глаза, немедленно промыть их водой. Обратитесь к врачу! Следует немедленно сменить одежду с остатками клея.

Всегда соблюдайте правила техники безопасности.

Газы:

$v = 10...30$ м/с

При расчете диаметра трубы не учитывается гидравлические потери.

Таблица конвертации

м³/ч	л/мин	л/с	м³/с
1,0	16,67	0,278	$2,78 \times 10^{-4}$
0,06	1,0	0,017	$1,67 \times 10^{-5}$
3,6	60	1,0	$1,00 \times 10^{-3}$
3600	60 000	1000	1,0

На приведённом ниже примере показано, как использовать данные формулы:

Труба PP SDR11

Интенсивность потока $Q_2 = 8$ л/с

Скорость потока $v = 1,5$ м/с

Внутренний диаметр трубы ? мм

$$d_i = 35,7 \times \sqrt{\frac{8}{1,5}} = 82,4$$

В этом случае можно использовать трубу DN 80 или 3".

После определения внешнего диаметра, реальную скорость потока можно будет рассчитать с помощью следующей формулы:

4. Гидравлические расчёты и потеря давления

$$v = 354 \times \frac{Q_1}{d_i^2} = 1,9 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

или

$$v = 1275 \times \frac{Q_2}{d_i^2} = 1,9 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

v	Скорость потока в м/с
d_i	Внутренний диаметр трубы в мм
Q_1	Интенсивность потока в м³/ч
Q_2	Интенсивность потока в л/с
354	Коэффициент преобразования
1275	Коэффициент преобразования

Взаимосвязь внешнего и внутреннего диаметров

Для нахождения внешнего диаметра через внутренний диаметр используйте следующую формулу:

$$d = d_i \times \frac{\text{SDR}}{\text{SDR} - 2}$$

Следующие таблицы показывают зависимость SDR от соотношения между внутренним диаметром d_i и соответствующим внешним диаметром.

d_i , мм	SDR13.6 PVC-U
17	d20
21	d25
27	d32
34	d40
43	d50
54	d63
64	d75
77	d90
94	d110
107	d125
119	d140
136	d160

d_i , мм	SDR21 PVC-U
29	d32
36	d40
45	d50
57	d63
68	d75
81	d90
100	d110
113	d125
127	d140
145	d160
163	d180
181	d200
204	d225
226	d250
253	d280
285	d315
362	d400

Потеря давления в прямой трубе обратно пропорциональна диаметру трубы и рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta p_R = \lambda \times \frac{L}{d_i} \times \frac{\rho}{2 \times 10^2} \times v^2$$

Замечание: на практике, при составлении точного расчёта (например, гладкая пластиковая труба и турбулентный поток) для учёта гидравлической потери давления достаточно использовать значение

$$\lambda = 0,02.$$

где:

Δp_R	потеря давления на прямом участке трубы в бар
λ	коэффициент трения трубы
L	длина прямого участка трубы в м
d_i	внутренний диаметр трубы в мм
ρ	плотность транспортируемой среды в кг/м³
v	скорость потока в м/с

Потери давления в фитингах

Коэффициент сопротивления

Тип фитинга	Коэффициент сопротивления
90° колено	0,4
90° колено	1,2
45° колено	0,3
Тройник 90° *)	1,3
Втулка переходная короткая	0,5
Втулка переходная длинная	1,0
Соединение (Фланец, сварное соединение между двумя трубами)	$d > 90$ мм: 0,1
	$20 \leq d \leq 90$ мм: от 1,0 до 0,1:
	d20: 1,0 d50: 0,6
	d25: 0,9 d63: 0,4
	d32: 0,8 d75: 0,3
	d40: 0,7 d90: 0,1

Потери давления зависят от типа фитинга равно как и от потока в фитинге.

Для расчёта используется так называемое ζ -значение.

*) При более детальном подходе различают соединение и разделение. Значения ζ до максимального 1,3 можно найти в литературе. Обычно доля тройника в общей потере давления очень мала, так что в большинстве случаев можно использовать $\zeta = 1,3$.

Расчёт потери давления

Чтобы рассчитать общую потерю давления во всех фитингах в трубопроводе нужно просуммировать индивидуальные потери, например, сумму всех ζ -значений. Таким образом, потеря давления может быть рассчитана в соответствии со следующей формулой:

$$\Delta p_{Fi} = \sum \zeta \times \frac{v^2}{2 \times 10^5} \times \rho$$

где:

Δp_{Fi}	Потеря давления на прямом участке трубы в бар
$\sum \zeta$	Сумма индивидуальных потерь
v	Скорость потока в м/с
ρ	Плотность транспортируемой среды в кг/м³

5. Фиксаторы и их размещение

Различия в давлениях, обусловленные статическим давлением

В случае вертикальной установки трубопровода может потребоваться компенсация различий геодезического давления. Различия в давлении могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$\Delta p_{\text{geod}} = \Delta H_{\text{geod}} \times \rho \times 10^{-4}$$

где:

Δp_{geod}	Потеря давления в клапане в бар
ΔH_{geod}	Разница в высоте трубопровода в м
ρ	Плотность транспортируемой среды в кг/м³

Общие потери давления

Сумма всех потерь давления в трубопроводе рассчитывается по следующей схеме:

$$\Sigma \Delta p = \Delta p_R + \Delta p_{Fi} + \Delta p_{Ar} + \Delta p_{\text{geo}}$$

Пример расчета потери давления

Следующий пример показывает расчёт для определения потери давления в трубопроводе:

трубопровод-PVDF d40, SDR21 с потоком 1,5 л/с,
среда - хлорид олова, плотность 1,9 г/см³.

Длина прямых труб: 15 м

Количество фитингов:

12 колен 90°

4 колен 45°

3 тройника

3 муфты

2 фланцевых адаптера

1 мембранный клапан, открытый на 30%

Переход высот давления 2 м.

Толстые стенки трубопроводов рассчитываются следующим образом:

$$e = \frac{d}{\text{SDR}} = \frac{40 \text{ мм}}{21} = 1,9 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр трубы рассчитывается следующим образом:

$$d_i = d - 2 \times e = d - \frac{2 \times e}{\text{SDR}} = 36,2 \text{ мм}$$

Скорость потока с данным объёмом потока в 1,5 л/с рассчитывается по следующей формуле:

$$v = 1275 \times \frac{Q_2}{d^2} = 1275 \times \frac{1,5}{36,2^2} \frac{\text{м}}{\text{сек}} = 1,46 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

Расчёт потери давления.

Потеря давления в прямых трубах:

$$\Delta p_R = 0,02 \times \frac{15}{36,2} \times \frac{1900}{2 \times 10^2} \times 1,46^2 [\text{бар}] = 0,17 \text{ бар}$$

Потеря давления в фитингах и соединениях:

$$\Sigma \zeta = (12 \times 1,2) + (4 \times 0,3) + (3 \times 1,3) + (5 \times 0,7) = 23$$

$$\Delta p_{Fi} = 23 \times \frac{1 \times 46}{2 \times 10^2} \times 1900 \text{ бар} = 0,47 \text{ бар}$$

Потеря давления в клапане, открытом на 30% из диаграммы характеристики потока тип 314 и подъёмом 30%, можно найти процентное значения kv 50%, что означает 50% значение kv 100: $0,5 \times 21,2 \text{ м}^3/\text{ч}$. (объём потока 1,5 л/с = $5,4 \text{ м}^3/\text{ч}$)

$$\Delta p_{Ar} = \left(\frac{5,4}{0,5 \times 21,2} \right)^2 \times \frac{1900}{1000} = 0,49 \text{ бар}$$

Потеря давления из-за разницы в трубопроводах.

$$\Delta p_{\text{geod}} = 2,0 \times 1900 \times 10^{-4} [\text{бар}] = 0,38 \text{ бар}$$

Суммарная потеря давления в трубопроводах:

$$\Sigma \Delta p = 0,17 \text{ бар} + 0,47 \text{ бар} + 0,49 \text{ бар} + 0,38 \text{ бар}$$

$$\Sigma \Delta p = 1,51 \text{ бар}$$

Основы крепления — фиксаторы и их размещение

ТРЕБОВАНИЯ К ОПОРАМ

Внутренний диаметр опоры для труб должен превышать диаметр трубы, чтобы не препятствовать свободному движению трубы в результате удлинения или сжатия. Внутренние кромки опор для труб должны быть таким, чтобы не повредить поверхность трубы.

Опоры для труб KLIP-IT

Опоры и зажимы Georg Fischer соответствуют этим требованиям. Эти прочные опоры для пластиковых труб можно использовать не только при жёстких рабочих условиях, но и в случае если трубопровод подвергается воздействию агрессивной среды или атмосферных условий. Их можно использовать применительно ко всем материалам труб.

Замечание: Не использовать опоры для труб KLIP-IT как не-подвижные опоры.

Внимание: Начиная с размера d90 опоры должны быть установлены вертикально. Расстояния между опорами, указанные далее, относятся к опоре KLIP-IT, применимы только для этого метода крепления.

Установка подвижных опор

Свободному осевому движению трубы не должны препятствовать фитинги, установленные рядом с опорами для труб или какие-либо другие компоненты, влияющие на диаметр трубы.

Скользящие и подвесные опоры позволяют трубе двигаться в различных направлениях. Добавление блока скольжения к основанию опоры для труб дает возможность трубе свободно двигаться по плоской поддерживающей поверхности. Скользящие и подвесные опоры необходимы в ситуациях, где

5. Фиксаторы и их размещение

имеется изменение направления трубопровода и нужно обеспечивать возможность свободного движения трубы.

Установка неподвижных опор

Установка опоры для труб непосредственно рядом с фитингом ограничивает движение при изменении длины в одном направлении (односторонняя точка фиксации).

Если, как часто бывает, необходимо ограничить возможность движения в обоих направлениях, опора для труб должна быть установлена между двумя фитингами или должна быть использована двойная опора.

Опора для труб должна быть жёсткой и надёжно фиксироваться, чтобы оказаться способной выдержать нагрузки, возникающие вследствие изменения длины трубопровода. Подвесные опоры не могут быть использованы как неподвижные опоры.

Использование таблиц для определения расстояний между опорами

Опоры пластиковых трубопроводов необходимо располагать с определёнными интервалами, зависящими от следующих факторов: материал, средняя температура стенки, плотность транспортируемой среды, размер и толщина стенки трубы. Определение расстояния между опорами для труб основано на допустимом отклонении трубы между двумя опорами.

Осторожно! Приведённые в таблицах значения применимы только к трубопроводам, свободно двигающимся в осевом направлении. Трубопроводы, жёстко закреплённые в осевом направлении (фиксированная установка), необходимо проверять на предмет изгиба. В большинстве случаев это приводит к сокращению максимального внутреннего давления и уменьшению расстояния между опорами. Далее, необходимо принимать во внимание силы, действующие на неподвижные опоры.

Расположение опор для PVC-U труб для жидкостей с плотностью 1 г/см³

d, мм	DN, "	Интервалы установки опор для труб SDR17/S8 или класса C в мм при температуре стенки трубы:				
		≤ +20 °C	+30 °C	+40 °C	+50 °C	+60 °C
16	3/8	950	900	850	750	600
20	1/2	1100	1050	1000	900	700
25	3/4	1200	1150	1050	950	750
32	1	1350	1300	1250	1100	900
40	1 1/4	1450	1400	1350	1250	1000
50	1 1/2	1600	1550	1500	1400	1150
63	2	1800	1750	1700	1550	1300
75	2 1/2	2000	1900	1850	1700	1450
90	3	2200	2100	2000	1850	1550
110	4	2400	2300	2250	2050	1750
125	—	2550	2450	2400	2200	1850
140	5	2700	2600	2500	2300	1950
160	6	2900	2800	2700	2500	2100
180	—	3100	2950	2850	2650	2200
200	—	3250	3150	3000	2800	2350
225	8	3450	3300	3200	2950	2500
250	—	3650	3500	3350	3100	2600
280	10	3750	3700	3550	3300	2750
315	12	4100	3900	3750	3500	2950
355	14	4300	4200	4000	3700	3100
400	16	4600	4450	4250	3950	3300

Для других SDR умножьте приведённые в таблице значения на следующий коэффициент.

SDR13,6 / S 6,3 / PN 16 на 1,08

SDR11 / S 5 / PN 20 на 1,15

Интервалы установки, приведённые в таблице, можно увеличить на 30% в случае вертикальной установки, например, умножив данные значения на 1,3.

Расположение опор для PVC-U труб для жидкостей с плотностью, отличающейся от 1 г/см³

Если плотность транспортируемой жидкости не равна 1 г/см³, то интервалы установки, приведённые в таблице нужно умножить на коэффициент из следующей ниже таблицы.

Плотность жидкости, г/см³	Коэффициент для изменения расстояния между опорами
1,25	0,96
1,50	0,92
< 0,01	1,42 для SDR21 / S8 / PN10
	1,30 для SDR13,6 / S6,3 / PN16
	1,20 для SDR11 / S5 / PN20

Установка близко расположенных опор: несущие элементы

Длинный несущий элемент может оказаться более экономичным и удобным решением, чем опора для горизонтального трубопровода, особенно для труб малого диаметра и в зонах с высокой температурой.

На следующей ниже таблице приведены расстояния между несущими элементами. Эти значения приведены в зависимости от типа материала трубы или температуры.

d _r , мм	Расстояние между несущими элементами, в мм
16	1600
20	1750
25	1900
32	2000
40	2150
50	2300
63	2500
75	2600
90	2750
110	2900

Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Адипиновая кислота	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	насыщенный, водный	20	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	-	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+					
			100											
			120											
			140											
Азотистая кислота	HNO_2		20	+	+	-	+	-	+	+	+			
			40	+	+				+					
			60						+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Азотистые газы (Азотная окись)	NO_x	разбавленный, влажный, безводный	20	+	+	-	0	0	+	0	+	0	+	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Азотная кислота	HNO_3	6.3%, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	-	+
			40	+	+		+	+	+	0	+			0
			60	+	+		+	0	+		+			-
			80		+				+		0			
			100						+					
			120											
			140											
Азотная кислота	HNO_3	25%	20	+	+	-	+	+	+	+	+			
			40	+	+		+	0	+		+			
			60	+	+		0		+					
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Азотная кислота	HNO_3	65%, водный	20	0	+	-	0	-	+	-	+	-	-	0
			40	0	+		-		+		0			-
			60	-					+		-			
			80						0					
			100						-					
			120											
			140											
Азотная кислота	HNO_3	85%	20	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
			40						+					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Азотная кислота	HNO ₃	100%	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Акрилонитрил	CH ₂ =CH-CN	технически чистый	20	-	-	-	+	+	-	+	0	-	+	0
			40				+			+	0		+	0
			60				+	0		0	-		+	-
			80											
			100											
			120											
			140											
Акрилоцетил	CH ₂ =COOC ₂ H ₅	технически чистый	20	-	-	-	0	-	0	0	-	-	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Аллиловый спирт	H ₂ C=CH-CH ₂ -OH	96%	20	0	0	-	+	+		+	0	+	0	+
			40	-			+	+		+	-	+	-	+
			60				+	0		0		+		+
			80							-		+		-
			100											
			120											
			140											
Альдегид кротоновый	CH ₃ -CH=CH-CHO	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
			40						0					
			60						-					
			80											
			100											
			120											
			140											
Алюминия соли водные, неорганические	AlCl ₃ , Al(NO ₃) ₃ , Al(OH) ₃ , Al(SO ₄) ₃	насыщенный	20		+				+					
			40		+				+					
			60		+				+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Алюмо-калиевые соли (квасцы), водные, неорганические	KAl(SO ₄) ₂	насыщенный	20	+	+		+	+	+	+		-	+	+
			40	+	+		+	+	+	+				
			60	+	+		+	+	+	+				
			80		+			+	+	+				
			100						+					
			120											
			140											
Амилацетат	CH ₃ (CH ₂) ₄ -COOCH ₃	технически чистый	20	-	-	-	+	0	+	0	-	-	-	-
			40				+	0	0					
			60				+	-	0					
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Амиловый спирт	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	технически чистый	20	+	-	-	+	+	+	+	0	+	+	0
			40	+			+	+	+	+		+	+	
			60	0			+	+	+	+		+	+	
			80					+	+					
			100						+					
			120						0					
			140											
Аммиак	NH_3	газообразный технически чистый	20	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+		0			
			60	+			+	+	+					
			80						+					
			100						-					
			120											
			140											
Аммиака персульфат	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$		20	+	+		+	0	+	+	+	0	+	+
			40	+	0				+					
			60	0	0				+					
			80		0				+					
			100						+					
			120											
			140											
Аммиака соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+				+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Аммония ацетат	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	водный, все	20	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	0	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+		0	
			80		+			+	+	0				
			100					+	+					
			120											
			140											
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	+	0	-	-	-
			40				0	+	0	+	0			
			60					0	-	+	0			
			80											
			100											
			120											
			140											
Ацетон	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	до 10%, водный	20	-	-	0	+	+	0	+	0	-	+	0
			40				+	+	0	+	0		0	0
			60				+	+	0	+	-		-	0
			80											
			100											
			120											
			140											
Ацетон	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	0
			40				+	+		+				0
			60				+	+		+				0
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Ацетонитрил	CH ₃ CN	100%	20	-	-	-	0	0	-	0	-	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Ацетофенон	CH ₃ -CO-C ₆ H ₅	100%	20	-	-	-	0	0	-	+	-	-	-	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Бария соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+		
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+		+			
			120											
			140											
Бензальдегид	C ₆ H ₅ -CHO	насыщенный, водный	20	-	-	-	+	+	+	+	+	0	-	-
			40				+	0	0	+	+			
			60				0		-	0	+			
			80											
			100											
			120											
			140											
Бензиловый спирт	C ₆ H ₅ -CH ₂ -OH	технически чистый	20	0	-	-	+	+	+	+	+	-	+	0
			40				+	+	+	+			+	
			60				0	0	0	0			+	
			80						-					
			100											
			120											
			140											
Бензин	C ₅ H ₁₂ ... C ₁₂ H ₂₆	без этиловых и ароматических элементов	20	+	+	-	+	0	+	-	+	+	-	0
			40	+	+		+		+		+	+		-
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Бензойная кислота	C ₆ H ₅ -COOH	водный, все	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+			
			60	0	+		+	+	+		+			
			80		0			+	+		+			
			100					+	+		0			
			120						+					
			140											
Бензол	C ₆ H ₆	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	-	+	0	-	-
			40				0	-	0					
			60						-					
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Бензол сульфоновая кислота	$C_6H_5SO_3H$	технически чистый	20	+	+		+	+	+	+	+			
			40				+	+	+	+	+			
			60				0	0	+	0				
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Бериллия соли, водные, неорганические			20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Борная кислота	H_3BO_3	все, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+	+	+			
			100					+	+		+			
			120						+					
			140											
Бура (тетраборнокислый натрий)	$Na_2B_4O_7$	водный, все	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+	+	+	0
			80		+			+	+		+			
			100					+	+					
			120											
			140											
Бутадиен	$H_2C=CH-CH=CH_2$	технически чистый	20	+	+	-	0	0	+	-	+	0	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Бутан	C_4H_{10}	технически чистый	20	+	+	+	+	+	+	-	+	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Бутандиол	$HO-(CH_2)_4-OH$	водный, 10%	20	+	+	-	+	+		+	+	+	0	+
			40	0	+		+	+		+	+	+	-	+
			60				+	+		+	+	+		+
			80											
			100											
			120											
			140											
Бутанол	C_4H_9OH	технически чистый	20	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+	0	+	+	+
			60	0			+	0	+	+	-	+	0	+
			80					-	+					
			100						0					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Бутила фенол	$(CH_3)_3C-C_6H_4-OH$	технически чистый	20	0	0	-	0	+	+	-	0	-	-	-
			40	-	-				+					
			60						+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Бутилацетат	$CH_3COO(CH_2)_3CH_2CH_2CH_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	0	+	+	0	-	0	0
			40						0	-	-		-	-
			60						-					
			80											
			100											
			120											
			140											
Бутилен жидкий	C_4H_8	технически чистый	20	+			-	-	+	0	+	+	+	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Бутиленгликоль	$HO-CH_2-CH=CH-CH_2-OH$	технически чистый	20	+	+		+	+	+	+	+	-	+	0
			40	+	+		+	+	+	+	+		+	-
			60	0	+		+	+	+	+	0		+	
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Винилацетат	$CH_2=CHOOCCCH_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
			40				+	0	-					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Винилхлорид	$CH_2=CHCl$	технически чистый	20	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	
			40						+					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Вода - дистиллированная - деионизированная	H_2O		20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+
			80		+			+	+	-	+	+		+
			100					+	+		+	+		
			120						+		+			
			140						+					
Вода бромная	$Br-H_2O$	насыщенный, водный	20	+	0	-	-	-	+	-	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Вода минеральная			20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+	+	+	+		+
			100					+	+	+	+			+
			120						+		+			
			140											
Вода морская			20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			80					+	+	+	+	+	0	0
			100					+	+	+	+	0	-	-
			120											
			140											
Вода, питьевая, хлорированная		0.1 ppm Cl ₂	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+
			80					+	+		+	0		+
			100					+	+		+			
			120						+					
			140						+					
Водка царская	HNO ₃ +HCl	различное соотношение	20	+	+	-	-	-	0	-	0	-	-	0
			40	0										
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Водород	H ₂	технически чистый	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			-	+	+	+	+	+	+
			100						+		+	+		
			120											
			140											
Водород хлористый	HCl	технически чистый, газообразный	20	+	+	-	+	+	+	+	+	0	0	0
			40	+	+		+	+	+	+	+	-	-	0
			60	0	+		+	+	+	+	+			-
			80		0				+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Водорода перекись	H ₂ O ₂	30%, водный	20	+	+	-	+	+	0	0	+	-	-	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Водорода перекись	H ₂ O ₂	90%, водный	20	+	-	-	0			-	0	-	-	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Воздух сжатый, содержащий масло			20	-	-	-	+	0	+	-	+	+	+	+
			40				+		+					
			60						+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Гексан	C_6H_{14}	технически чистый	20	+	+	-	+	0	+	-	+	+	-	0
			40	+	+		+		+		+	+		-
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Гептан	C_7H_{16}	технически чистый	20	+	+	-	+	0	+	-	+	+	-	0
			40	+	+		+		+		+	+		-
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Гидразиновый гидрат	$H_2N-NH_2 \cdot H_2O$	водный	20	+	-	-	+	+	-	+	0	-	-	+
			40				+	+						
			60				+	+						
			80											
			100											
			120											
			140											
Гидрохинон	$C_6H_4(OH)_2$	30%	20	+	+		+	+		+				
			40	+	+		+	+						
			60				+	+						
			80					+						
			100											
			120											
			140											
Гликолевая кислота	$HO-CH_2-COOH$	37%, водный	20	+	-		+	+	+		+	+	+	+
			40				+		+					
			60				+		+					
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Глицерин	$HO-CH_2-CH(OH)-CH_2OH$	технически чистый	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	0	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	+	0	0	+	+	+
			80		+			+	+		-	0	+	+
			100					+	+				0	0
			120						+					
			140											
Глицин	NH_2-CH_2-COOH	10%, водный	20	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+		+	0	+	0
			60		+				+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Глюкоза	$C_6H_{12}O_6$	все, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+	+	+	+	+	+
			100						+		+			
			120											
			140											
Декстрин	$(C_6H_{10}O_5)_n$	коммерчески стандартный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
			60	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
			80		+				+					
			100						+					
			120						+					
			140											
Дибромбензол	$C_6H_5Br_2$	насыщенный	20	-	-	-	0	0	+	0	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Дибутил фталат	$C_6H_4(COOC_4H_9)_2$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	0	-	-	-
			40				0	0	+					
			60				0	0	0					
			80											
			100											
			120											
			140											
Дибутил эфир	$C_4H_9OC_4H_9$	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	-	+	+	-	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Дизельное топливо			20	+	+	-	+	0	+	-	+	+	0	0
			40	+	+				+		+	+		-
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Диизобутил кетон	$[(CH_3)_2CHCH_2]_2CO$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	-	-	-	-
			40				0	0	0	0				
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Диметил формамид	$(CH_3)_2CHNO$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	-	0	-	0	+	+
			40				+	+						
			60				0	+						
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Диметиламин	(CH ₃) ₂ NH	технически чистый	20	-	-	-	+	-	-	0	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Диметиланилин N,N	C ₆ H ₅ N(CH ₃) ₂	технически чистый	20	-	-	-	+	+		+				
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Диоксан	C ₄ H ₈ O ₂	технически чистый	20	-	-	-	+	0	-	0	-	0	-	-
			40				+	0						
			60				+	0						
			80					-						
			100											
			120											
			140											
Дихлорбензол	C ₆ H ₄ Cl ₂	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	0	+	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Дихлоруксусная кислота	Cl ₂ CHCOOH	50%, водный	20	+	-	-	+	+	+	+	0	-	+	0
			40	+			+	+	0	+	0			
			60	0			0	0		+	-			
			80											
			100											
			120											
			140											
Дихлоруксусная кислота	Cl ₂ CHCOOH	технически чистый	20	+	-	-	+	+	+	+	0	-	-	0
			40	+			+	+	0	+	-			-
			60	0			0	0		+				
			80											
			100											
			120											
			140											
Дихлорэтилен	ClCH=CHCl	технически чистый	20	-	-	-	-	-	+	-	0	-	-	-
			40						+					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Диэтиламин	(C ₂ H ₅) ₂ NH	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	-	-	-	-
			40						0					
			60						-					
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Диэтиловый эфир	$H_5C_2-O-C_2H_5$		20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Дубильная кислота		все, водный	20	+	+		+	+			+	+	+	+
			40		+		+	+						
			60		+		+	+						
			80											
			100											
			120											
			140											
Желатин		все, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60		+	+	+	+	+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Железные соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+	+	+			
			100						+		+			
			120											
			140											
Изобутиловый эфир уксусной кислоты	$(CH_2)_2-CH-(CH_2)_2-CO_2H$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Изооктан	$(CH_3)_3-C-CH_2-CH-(CH_3)_2$	технически чистый	20	+	+	-	+	+	+		+	+	+	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Изопропиловый спирт (ESC)	$(CH_3)_2-CH-OH$	технически чистый	20	+	-		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+				
			60	0			0	0	+					
			80						0					
			100											
			120											
			140											
Изопропиловый эфир	$(CH_3)_2-CH-O-CH-(CH_3)_2$	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	0	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Кадмия соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+		+	+			
			40	+	+		+	+		+	+			
			60	+	+		+	+		+	+			
			80		+						+			
			100											
			120											
			140											
Каля гидроксида	KOH	50%, водный	20	+	0		+	+	-	+	-	0	0	+
			40	+			+	+		+		-		0
			60	0			+	0		+				0
			80							0				-
			100											
			120											
			140											
Каля гидроксида	KOH	50%	20	+	0		+	+	-	+	-	0	0	+
			40	+			+	+		+				
			60	+			+	0		+				
			80											
			100											
			120											
			140											
Каля гипохлорид	KOCl		20	+	0		0	0	0	+	0	0	0	0
			40	0										
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Каля йодида раствор (люголь)	I-KI		20	+	-	-	+	+	+	+	+		0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Каля персульфат (каля пероксидсульфат)	K ₂ S ₂ O ₈	все, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	0	+		+	+	+		+			
			80						+		+			
			100											
			120											
			140											
Кальция ацетат	(CH ₃ COO) ₂ Ca	насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+						+			
			100											
			120											
			140											
Кальция гидроксида	Ca(OH) ₂	насыщенный, водный	20	+	0		+	+	0	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	-	+	+	+	+	+
			60	+			+	+		+	+	0	+	+
			80				+	+		+	+			+
			100							+				+
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Кальция лактат	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60				+	+	+	+	+			
			80					+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Кальция соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Керосин			20	+	+	0	+	+	+	-	+	+	+	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Керосиновые эмульсии		коммерчески стандартный, водный	20	+	+		+	+	+	-	+	+	+	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Кислород	O_2	технически чистый	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+		+	+
			60	+	+		0	0	+	+	+		+	+
			80						+		+		+	+
			100						0		+			+
			120						0		+			
			140											
Крахмала раствор	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	все, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+				+					
			100						+					
			120											
			140											
Крезол	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$	холодный насыщенный, водный	20	0	-	-	+	+	+	0	+	0	-	0
			40				+	0	0		+	0		
			60				0		0					
			80						0					
			100											
			120											
			140											
Кремниевая кислота	$\text{Si}(\text{OH})_4$		20	+	+		+	+		+	+	-	+	+
			40	+	+		+	+		+				
			60	+	+		+	+		+				
			80					+						
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Ксилол	$C_6H_4(CH_3)_2$	технически чистый	20	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
			40								0			
			60								-			
			80											
			100											
			120											
			140											
Литиевые соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+		+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Магния соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+	+	+			+
			100					+	+		+			
			120						+					
			140											
Малеиновая кислота	$(CH-COOH)_2$	холодный насыщенный, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	-	-
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	0			+	+	+	+	+			
			80						+		-			
			100						+					
			120						+					
			140											
Масло кремний-органическое			20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	0	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	-			+	+	+	+	+	+	0	
			80					+	+					
			100						+					
			120											
			140											
Масло льняное		технически чистый	20	+			+	+	+	+	+	+	0	+
			40	+			+	+	+	+	+	+	-	0
			60	0			+	+	+	+	+	+		-
			80					+	+					
			100					+	+					
			120						+					
			140											
Масло пальмовое			20	+	0		+	+	+	-	+	+	+	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Масло терпентиновое (живичный скипидар)	$C_6H_4(CH_3)_2$ $(CH_3COO)_2Ca$	технически чистый	20	+	-	-	0	-	+	-	+	0	-	-
			40	0			0				+			
			60								+			
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Масляная кислота	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	технически чистый	20	+	+	-	+	+	+	0	0	-	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Меди соли, водные неорганические		насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+	+	+	+	+		+	0	+	0
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Метан (природный газ)	CH_4	технически чистый	20	+	+	+	+	+	+		+	+	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метанол	CH_3OH	все	20	+	-	-	+	+	+	+	0	+	+	+
			40	+			+	+	0	+	0	+	+	+
			60	0			+	+	-	+	0	+	0	+
			80											
			100											
			120											
			140											
Метила бромид	CH_3Br	технически чистый	20	-	-	-	0	-	+	-	0	-	-	0
			40						+					
			60						+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Метиламин	CH_3NH_2	32%, водный	20	0	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилацетат	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилизобутилкетон	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$		20	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Метилметакрилат	$C_5H_8O_2$		20	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилвый эфир акриловой кислоты	$CH_2=CHCOOCH_3$	технически чистый	20	-	-	-	0	-	0	0				
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилый эфир дихлоруксусной кислоты	$Cl_2CHCOOCH_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	0	+	-	-	-	+
			40				+	+		+				+
			60				+	+		0				0
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилпирролидон N	C_5H_9NO		20	-	-	-	+	+	0	+	0			
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилфенилкетон	C_8H_8O		20	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Метилэтилкетон	$CH_3COCH_2CH_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Молоко			20	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+					
			60	+	+	+	+	+	+					
			80		+			+	+					
			100					+	+					
			120						+					
			140											
Молочная кислота	$CH_3CHONCOOH$	10%, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
			40	0	+	0	+	+	+	+	0			0
			60	-	+	-	+	+	0	0	0			0
			80		+			+	0	-	0			
			100						-					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Монохлоруксусная кислота	ClCH_2COOH	50%, водный	20	+	-	-	+	+	+	0	-	-	-	0
			40	+			+	+	0					
			60				0	0	-					
			80											
			100											
			120											
			140											
Монохлоруксусная кислота	ClCH_2COOH	технически чистый	20	+	-	-	+	+	+	0	-	-	-	0
			40	+			+	+	0					
			60	0			0	0						
			80											
			100											
			120											
			140											
Моча			20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Мочевина	$\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$	до 30%, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		0				+					
			100						0					
			120											
			140											
Муравьиная кислота	HCOOH	d 25%	20	+	+		+	+	+	+				
			40	+	+		+	+	+	+				
			60	+	+		+	+	+	+				
			80				+	+	+					
			100											
			120											
			140											
Муравьиная кислота	HCOOH	до 50%, водный	20	+	-	0	+	+	+	+	+	-	+	+
			40	+			+	+	+	+	+		+	+
			60	0			+	0	+	0	0		0	+
			80						+		-			0
			100						+					
			120											
			140											
Муравьиная кислота	HCOOH	технически чистый	20	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
			40	0			+	0	+	+			0	+
			60	-			+	-	+	0			-	+
			80						+	0				0
			100						+					
			120											
			140											
Мышьяковая кислота	H_3AsO_4	80%, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+	+	+	0	+	+
			100						+		+			
			120						+					
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Надсерная кислота	H_2SO_5		20	+	0				-		+			
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Натрия гидроксид	NaOH	50%, водный	20	+	0		+	+	-	+	-	0	-	+
			40	+	-		+	+		+				
			60	+			+	0		+				
			80											
			100											
			120											
			140											
Натрия гипохлорит	NaOCl	12.5% активного хлора, водный	20	+	0	-	0	0	0	+	0	-	-	+
			40	+			0	0		+				
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Натрия персульфат	$Na_2S_2O_8$	холодный насыщенный, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	0	+		+	+	+		+			
			80						+		+			
			100											
			120											
			140											
Натрия соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Натрия хлорит	$NaClO_2$	разбавленный, водный	20	+	0		0	0	0	0	+	-	0	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Нафталин	$C_{10}H_8$	технически чистый	20	-	-		+	+	+	-	+	+	-	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Никеля соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80						+		+			
			100						+					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Нитробензол	$C_6H_5-NO_2$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Нитротолуол (о-, m-, p-)	$C_7H_7NO_2$	технически чистый	20	-	-	-	+	0	+	-	0	0	-	-
			40				0	-	+		-	-		
			60						0					
			80						-					
			100											
			120											
			140											
Нитрующая смесь, смесь азотной и серной кислот	H_2SO_4 HNO_3 H_2O	65% 20% 15%	20	+	0	-	-	-	+	-	+	-	-	-
			40	0										
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Озон	O_3	до 2%, в воздухе	20	+	0	-	0	0	0	0	+	-	0	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Озон	O_3	холодный насыщенный, водный	20	+	0	-	0	0	0	-	+	-	0	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Олеиновая кислота	$C_{17}H_{33}COOH$	технически чистый	20	+	0	-	+	+	+	-	+	0	-	-
			40	+			+	+	+		0	-		
			60	+			0	0	+		-			
			80						+					
			100						+					
			120						+					
			140											
Олеум	$H_2SO_4+SO_3$	10% SO_3	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Оливковое масло			20	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
			40	+			+	+	+		+	+	+	+
			60	+			0	+	+		+	+	+	0
			80					+	+		+			-
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Олова дихлорид	SnCl ₂	холодный насыщенный, водный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+
			60	0	0		+	+	+	-	+	0	+	+
			80					+	+					
			100						+					
			120											
			140											
Олова соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Ортофосфорная кислота	H ₃ PO ₄	85%, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+		+	0
			60	+	+		+	+	+	0	+		0	-
			80		+			+	+		+			
			100						+		0			
			120						+					
			140											
Ортофосфорная кислота	H ₃ PO ₄	до 95%	20	+	+	-	+	+	+	0	+	-	-	-
			40	+	+		+	+	+		+			
			60		+				+		0			
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Отработанные газы, содержащие оксиды азота		следы	20	+	+		+	0	+	+	+	0	+	+
			40	+	+		0	0	+	0	+	-	+	+
			60	+	+		0	0	+	0	+		0	+
			80		+				+	0	+			0
			100						+		0			
			120											
			140											
Отработанные газы, содержащие сернистый газ		следы	20	0	0		+	+	+	+	+	0	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	-	+	+
			60							+	+			
			80							+	+			
			100							+				
			120											
			140											
Отработанные газы, содержащие соляную кислоту		все	20	+	+		+	+	+	+	+	0	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	-	+	+
			60	+	+		+	0	+	+	+		+	+
			80		+				+	0	+			+
			100						+		+			
			120						+					
			140											
Отработанные газы, содержащие фторводород		следы	20	+	+		+	+	+	0	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	0	+	0	+	+
			60	+	+		+	+	+	0	+	-	0	+
			80		+				+		+			
			100						+					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Отработанные газы, содержащие щелочь			20	+	+		+	+	0	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	0	+	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	-	+	+	+	+	0
			80		+			+		+	0			-
			100								-			
			120											
			140											
Перхлорная кислота	HClO ₄	10%, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	-	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Перхлорная кислота	HClO ₄	70%, водный	20	+	-	-		-	0	-	+	-	-	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Перхлорэтилен	Cl ₂ C=CCl ₂		20	-	-	-	-	-	+	-	+			
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Перхлорэтилен (тетрахлорэтилен)	Cl ₂ C=CCl ₂	технически чистый	20	-	-		0	0	+	-	+	0	-	-
			40						+		+	-		
			60						+		+			
			80						0					
			100						-					
			120											
			140											
Пиво		коммерчески стандартный	20	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Пиридин	C ₅ H ₅ N	технически чистый	20	-	-	-	+	0	+	0	-	-	-	-
			40				0	0	-					
			60				0	0						
			80											
			100											
			120											
			140											
Плавиковая кислота (гидрофтористая, фторводородная)	HF	40%	20	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+
			40	0			+	+	+		+			+
			60	0			0	+	+		0			0
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Пропан	$H_3C-CH_2-CH_3$	технически чистый, газообразный	20	+	+		0	+	+		+	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Пропан	$H_3C-CH_2-CH_3$	технически чистый, жидкий	20	+	-		+	+	+		+	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Пропанол	C_3H_7OH	технически чистый	20	+	-		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	0			+	+	+	+				
			60	0			0	0	+	0				
			80						0					
			100											
			120											
			140											
Пропиленгликоль	$C_3H_8O_2$	< 50%	20	+	-		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+	+	0	+	+
			60	+			+	+	+		0	-		+
			80											
			100											
			120											
			140											
Пропиленгликоль	$C_3H_8O_2$	технически чистый	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+			+	+	+	+	+	0	0	+
			80				+	+		0				0
			100						+					
			120											
			140											
Пропионовая кислота	CH_3CH_2COOH	50%, водный	20	+	0	-	+	+	+	+	0	-	0	0
			40	+			+	+	+	+			-	-
			60	0			+	+	+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Пропионовая кислота	H_3C-CH_2-COOH	технически чистый	20	+	0	-	+	+	+	+	+	-	-	-
			40	0			0	0	+	0	+			
			60				0	0	+		+			
			80							0				
			100											
			120											
			140											
Ртутные соли		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	0	0	0
			40	+	+		+	+	+	+	+	0	0	0
			60	0	+		+	+	+	+	+	-	-	-
			80				+	+		+				
			100						+					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Ртуть	Hg	без примесей	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+			+	+	+	+	+	+	+	+
			80						+		+			
			100						+					
			120						+					
			140											
Салициловая кислота	C ₆ H ₄ (OH)COOH	насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+				
			60	+			+	+	+	+				
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Свинца ацетат	Pb(CH ₃ COO) ₂	водный, насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+				+					
			100						+					
			120											
			140											
Свинцовые соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+				+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Серебра соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Серная кислота	H ₂ SO ₄	до 80%, водный	20	+	+	-	+	+	+	0	+	-	-	+
			40	+	+		+	+	+	0	+			0
			60	+	+		0	0	+	-	0			-
			80		+				+		-			
			100						+					
			120						0					
			140											
Серная кислота	H ₂ SO ₄	96%, водный	20	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
			40	+	+						+			
			60	0	+						+			
			80											
			100											
			120											
			140											
Серная кислота	H ₂ SO ₄	98%	20	+	+	-	-	-	-	-	0	-	-	-
			40	0	+									
			60		0									
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Сернистая кислота	H_2SO_3	насыщенный, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	-	0
			40	+	+		+	+	+	-	+			0
			60	0			+	+	+		0			-
			80						+		-			
			100						+					
			120											
			140											
Сернистый газ	SO_2	технически чистый, жидкий	20	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Сернистый газ	SO_2	все, влажный	20	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	0
			40	+	+		+	+	+	0	0			-
			60	0			+	+	+	-	-			
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Сероводород	H_2S	насыщенный, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	+	+
			40	+	+		+	+	+	-	+		-	+
			60	0	+		+	+	+		+			0
			80						+		0			-
			100						+					
			120											
			140											
Сероводород	H_2S	технически чистый	20	+	+		+	+	+	+	+	+	0	+
			40	+	+		+	+	+	-	+	0	-	0
			60	+	+		0	+	+		0	-		0
			80						+		-			-
			100						+					
			120											
			140											
Смешанные кислоты - азотная - плавиковая - серная	15% HNO_3 15% HF 18% H_2SO_4	3 части 1 часть 2 части	20	0	0	-	0	-	+	-	+	-	-	+
			40						+		0			0
			60						+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Смешанные кислоты - серная - азотная - вода	H_2SO_4 HNO_3 H_2O	10% 20% 70%	20	+	+	-	+	-	+	-	+	-	0	+
			40	+	+				+		+			0
			60	+	+				+		+			
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Смешанные кислоты - серная - азотная - вода	H_2SO_4 HNO_3 H_2O	50% 33% 17%	20	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	0
			40	0										
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Смешанные кислоты - серная - азотная - вода	H_2SO_4 HNO_3 H_2O	50% 31% 19%	20	+	0	-	-	-	+	-	+	-	0	0
			40						+		+			
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Смешанные кислоты - серная - азотная - вода	H_2SO_4 HNO_3 H_2O	10% 87% 43%	20	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Смешанные кислоты - серная - азотная - вода	H_2SO_4 HNO_3 H_2O	48% 49% 43%	20	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
			40	0					+		+			
			60	-					+		+			
			80											
			100											
			120											
			140											
Смешанные кислоты - серная - фосфорическая - вода	H_2SO_4 H_3PO_4 H_2O	30% 60% 10%	20											
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Соляная кислота	HCl	до 30%, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	-	-	+
			40	+	+		+	0	+	+	+			0
			60	+	+		+	0	+	0	0			-
			80		+			-	+					
			100						+					
			120											
			140											
Соляная кислота	HCl	38%, водный	20	+	+	-	+	0	+	+	+	-	-	+
			40	+	+		+		+	0	+			
			60	+	+				+					
			80		0				+					
			100						+					
			120											
			140											
Соляной раствор, содержащий хлор	NaCl-Cl ₂	без давления со стекловолокон- ным усилением до 95 °C	20	+	+	-	+	0	+	0	+	0	0	0
			40	+	+				+					
			60	+	+				0					
			80		+									
			100											
			120											
			140											
Стирол (винилбензол)	$H_3C_6-CH=CH_2$		20	-	-	-			+		+			
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Сульфурилхлорид	SO ₂ Cl ₂	технически чистый	20	-	-	-	-	-	0		+	-	0	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Сурьмы трихлорид	SbCl ₃	90%, водный	20	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
			40	+	+		+	+	+					
			60		+		+	+	+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Тетрагидрофуран	C ₄ H ₈ O	технически чистый	20	-	-	-	0	0	-	0	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Тетрахлорэтан	Cl ₂ CH-CHCl ₂	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	-	0	-	-	-
			40						+					
			60						0					
			80											
			100											
			120											
			140											
Тетраэтилсвинец	(C ₂ H ₅) ₄ Pb	технически чистый	20	+	+	-	+	+	+	0	+	+	0	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Толуол	C ₆ H ₅ -CH ₃	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	-	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Топочный мазут			20	+	+	-	+	0	+	-	+	+	0	0
			40	+	+			-	+		+	+		-
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Трифторуксусная кислота	F ₃ C-COOH	до 50%	20	-	-	-	+	+	+	0	-	-	-	-
			40						0					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Трихлорметан	CHCl_3	100%	20						+		+			
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Трихлоруксусная кислота	$\text{Cl}_3\text{-C-COOH}$	50%, водный	20	+	-	-	+	+	+	0	-	-	-	-
			40	0			+	+	+					
			60				+	0	0					
			80						-					
			100											
			120											
			140											
Трихлоруксусная кислота	$\text{Cl}_3\text{-C-COOH}$	технически чистый	20	0	-	-	+	+	0	0	-	-	-	-
			40				0	+						
			60				-	0						
			80											
			100											
			120											
			140											
Трихлорэтан	$\text{Cl}_3\text{-C-CH}_3$	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	-	+	-	-	-
			40						+					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Трихлорэтилен	$\text{Cl}_2\text{C=CHCl}$	технически чистый	20	-	-	-	-	0	+	-	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Триэтиламин	$\text{N(CH}_2\text{-CH}_3)_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	0	-	-	-	-	-
			40						-					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Углекислый газ (углерода диоксид)	CO_2	технически чистый, безводный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80		+			+	+	+	+			+
			100						+					
			120											
			140											
Углерод четырёххлористый	CCl_4	технически чистый	20	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Углеродистая кислота	H_2CO_3		20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+	+	+			
			100											
			120											
			140											
Уксусная кислота	CH_3COOH	50%, водный	20	+	+	-	+	+	+	+	0	-	0	0
			40	+			+	+	+	0				
			60	0			+	+	+					
			80						0					
			100						0					
			120											
			140											
Уксусная кислота	CH_3COOH	технически чистый, ледомерный	20	0	-	-	+	+	+	+	-	-	0	0
			40	-			+	+	0	0				
			60				0	0	-					
			80					-						
			100											
			120											
			140											
Уксусной кислоты ангидрид	$(CH_3-CO)_2O$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	-	0	-	-	-	+
			40				0	0						
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Уксусный альдегид, ацетальдегид	CH_3CHO	40%, водный раствор	20	0	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+
			40	-			+	0		0	+		+	+
			60				0	0		0	0		0	0
			80					0		0	-		-	0
			100					-						
			120											
			140											
Уксусный альдегид, ацетальдегид	CH_3-CHO	технически чистый	20	-	-	-	+	0	-	+	0	-	-	0
			40				0	-		0	-			-
			60							-				
			80											
			100											
			120											
			140											
Фенол	C_6H_5-OH	до 10%, водный	20	+	0	-	+	+	+	+	+	-	-	-
			40	0	0		+	+	+	+	+			
			60				0	+	+	0	+			
			80						+	0	0			
			100						+					
			120											
			140											
Фенол	C_6H_5-OH	до 90%, водный	20	0	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-
			40				+	+	+		0		0	
			60				0	+	0		-			
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Формальдегид	HCHO	40%, водный	20	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60				+		+	+	+	0	0	0
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Формамид	HCONH ₂	технически чистый	20	-	-	-	+	+		+	0	+	+	
			40				+	+						
			60				+	+						
			80											
			100											
			120											
			140											
Фосген	COCl ₂	газообразный технически чистый	20	+	-	-	0	0	+	+	+	+	+	+
			40	0					+		+	+	0	0
			60	0							0	+	-	
			80											
			100											
			120											
			140											
Фосген	COCl ₂	жидкий, технически чистый	20	-	-	-	-	-	-	-	+	0	+	+
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Фосфора хлориды: - трихлорид - пентахлорид - оксихлорид	PCl ₃ PCl ₅ POCl ₃	технически чистый	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Фотоакрепитель		коммерчески стандартный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	0	+	0			+					
			80											
			100											
			120											
			140											
Фотопроявитель		коммерчески стандартный	20	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+
			60	0	+	0	0		+					
			80		0									
			100											
			120											
			140											
Фотоэмульсии			20	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+
			40	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
			60		0				+					
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Фриген 12 (Фреон 12)	CCl_2F_2	технически чистый	20	+	-	-	-	-	0	0	0	0	+	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Фталевая кислота	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{COOH})_2$	насыщенный, водный	20	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+
			40	0			+	+	+	0			+	+
			60	-			+	+	+				0	
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Фтор	F_2	технически чистый	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Фторкремниевая кислота	H_2SiF_6	32%, водный	20	+	+		+	+	+	+	0	0	0	+
			40	+	+		+	+	+			-	-	0
			60	+	0		+	+	+					-
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Фурфуриловый спирт	$\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_2$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	-	-	0	0
			40				+	0	+					
			60				+		0					
			80						-					
			100											
			120											
			140											
Хлор	Cl_2	влажный, 97%, газообразный	20	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	0
			40		+									
			60		+									
			80		+									
			100											
			120											
			140											
Хлор	Cl_2	жидкий, технически чистый, в виде «труба в трубе»	20	-	-	-	-	-	+	-	0	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Хлор	Cl_2	безводный, технически чистый, в виде «труба в трубе»	20	-	-	-	0	-	+	0	+	-	-	0
			40				0		+					
			60				-		+					
			80						+					
			100						0					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Хлорбензол	C_6H_5Cl	технически чистый	20	-	-	-	0	0	+	-	-	-	-	0
			40						+					
			60						0					
			80						-					
			100											
			120											
			140											
Хлорная вода	Cl_2-H_2O	насыщенный	20	+	+	0	0	0	0	0	+	-	0	-
			40	+	+		0							
			60	0	0									
			80		-									
			100											
			120											
			140											
Хлорноватая кислота	$HClO_3$	10%, водный	20	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
			40	+	+		+		+	+	+			+
			60	0	+					+	+			+
			80											
			100											
			120											
			140											
Хлорноватая кислота	$HClO_3$	20%, водный	20	+	+	-	0	-	+	0	+	-	-	+
			40	+	+					0	+			+
			60	0	+						+			
			80											
			100											
			120											
			140											
Хлорсульфоновая кислота	$ClSO_3H$	технически чистый	20	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
			40						-					
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Хлорэтанол	$ClCH_2-CH_2OH$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	-	-	-	0
			40				+	+	0					
			60				+	+	0					
			80						-					
			100											
			120											
			140											
Хрома соли (II), водные, неорганические		насыщенный	20	+					+					
			40	+					+					
			60	+					+					
			80						+					
			100						+					
			120											
			140											
Хромовая кислота	$CrO_3 H_2O$	все, водный	20	0	0	-	0	0	+		+	-	-	0
			40	0					+		+			0
			60						+		0			0
			80						0					
			100						0					
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Таблицы
химической
стойкости

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Хромовая кислота + серная кислота + вода	CrO_3 H_2SO_4 H_2O	50 г 15 г 35 г	20	+	+	-	-	-	+	0	+	-	-	0
			40	+	+				+	0	+			0
			60	0	0				0					
			80											
			100											
			120											
			140											
Цезия соли, водные, неорганические	HCN	технически чистый	20	+	+	-	+	+	+	+	+	0	0	+
			40	+	+		+	+	+	0	0	-	-	0
			60	0	+		+	+	+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Циановодородная кислота	HCN	технически чистый	20	+	+	-	+	+	+	+	+	0	0	+
			40	+	+		+	+	+	0	0	-	-	0
			60	0	+		+	+	+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Циклогексан	C_6H_{12}	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
			40				+		+					
			60				+		+					
			80						+					
			100											
			120											
			140											
Циклогексано́л	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	технически чистый	20	+	+	-	+	+	+	-	+	0	+	+
			40	+	+		+	+	+					
			60	+	+		+	0	0					
			80		0				0					
			100						-					
			120											
			140											
Циклогекса́нон	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	технически чистый	20	-	-	-	+	+	+	0	-	-	-	-
			40				0	0	0					
			60				0	0	-					
			80											
			100											
			120											
			140											
Цинка соли, водные, неорганические		насыщенный	20	+	+	+	+	+	+	+	+			
			40	+	+		+	+	+	+	+			
			60	+	+		+	+	+	+	+			
			80		+			+	+		+			
			100						+					
			120											
			140											
Этаноламин	$\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$		20	-	-	-	+	+	0	+	0	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Этила бензол	$C_6H_5-CH_2CH_3$	технически чистый	20	-	-	-	0	0	0	-	+	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Этила хлорид	C_2H_5Cl	технически чистый	20	-	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Этила эфир	$CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$	технически чистый	20	-	-	-	+	0	+	-	-	-	-	-
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Этиленгликоль	$HO-CH_2-CH_2-OH$	< 50%	20	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+		0	+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+			+	+	+	+	+	0	0	+
			80				+	+	+	0				0
			100					+	+					
			120					+	+					
			140											
Этиленгликоль	$HO-CH_2-CH_2-OH$	технически чистый	20	+	0	-	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+			+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+			+	+	+	+	+	0	0	+
			80				+	+	+	0				0
			100					+	+					
			120					+	+					
			140											
Этилендиамин	$H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$	технически чистый	20	0	-	-	+	+	0	+	0	+	+	0
			40				+	+	0		0	0	0	0
			60				+	+	-		-	-	-	-
			80											
			100											
			120											
			140											
Этилендиамин-тетрауксусной кислоты (ЭДТА)	$C_{10}H_{16}N_2O_8$		20				+	+	+	+				
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Этиловый спирт	CH_3-CH_2-OH	технически чистый, 96%	20	+	0	-	+	+	+	+	+	0	+	+
			40	+			+	+	0	+	0			
			60	0			+	+	-	+	0			
			80				+							
			100											
			120											
			140											

6. Химическая стойкость термопластиков и эластомеров для трубопроводных систем

Химическая среда	Химическая формула	Концентрация	t, °C	PVC-U	PVC-C	ABS	PE	PP-H	PVDF	EPDM	FPM	NBR	CR	CSM
Этиловый эфир уксусной кислоты	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$		20	-	-	-	+	+	+	+	0	0	0	0
			40											
			60											
			80											
			100											
			120											
			140											
Янтарная кислота	$\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	водный, все	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			40	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			60	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
			80							+				
			100											
			120											
			140											



ТД «ВЕНТАР»

Улица Лобачёва, дом 32

Город Подольск, Московская область, Россия, 142116

Телефон: +7 (495) 66-00-77-5

Телефакс: +7 (495) 646-58-36

E~mail: info@ventar.ru

Интернет: www.ventar.ru | www.burkert.ru | www.speedfit.ru