

Водопроводные трубы из НПВХ

М. Красницкая, В. Бухин, к. т. н.

Полимерные материалы, образованные из линейных или разветвленных молекулярных цепочек, называются термопластами. Основное сырьё для их производства – продукты переработки нефти или природного газа. Термопласты при нагревании размягчаются и могут формоваться в расплавленном состоянии. Применяемые для изготовления труб полимеры содержат в незначительном количестве технологические добавки, красители и добавки, улучшающие эксплуатационные свойства.

В мировой практике поливинилхлорид является сегодня наиболее часто применяемым материалом для производства труб. Благодаря тому, что поливинилхлорид содержит хлор, при производстве этого материала требуется меньшее количество этилена. Это делает процесс его производства относительно дешевым по сравнению с получением полиэтилена и полипропилена. Трубопроводы из поливинилхлорида используют в напорных и самотечных трубопроводах всех типов.

В России трубопроводы из поливинилхлорида применяются уже более 40 лет. Один из старейших заводов – «Корунд» – производит трубы и соединительные детали из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ) диаметром 90–500 мм для напорных систем водоснабжения, в том числе питьевого назначения, а также других жидких и газообразных веществ, к которым НПВХ химически стоек.

Трубы изготавливают по ГОСТ Р 51613-2000 «Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида. Технические условия» и ТУ 2248-056-72311668-2007 «Трубы напорные из непластифицированного поливинилхлорида диаметром 400 и 500 мм», соответствующие ISO 4422-1996 «Трубы и фитинги из непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения».

Характеристики труб из НПВХ

Согласно ГОСТ Р 51613-2000, для классификации НПВХ-труб используются следующие характеристики.

Номинальный наружный диаметр d_n , мм – значение, соответствующее минимальному среднему наружному диаметру. *Номинальная толщина стенки e , мм* – значение, соответствующее минимально допустимой толщине стенки трубы, рассчитываемой по следующей формуле и округляемой до 0,1 мм в большую сторону:

$$e = d_n / (2 \cdot S + 1),$$

где S – серия трубы, нормированное значение которой определяется по формуле:

$$S = \sigma / MOP.$$

Здесь σ – допустимое напряжение в стенке трубы, равное MRS / C , МПа.

Минимальная длительная прочность MRS , МПа – напряжение, определяющее свойство материала, применяемого для изготовления труб, полученное путем экстраполяции на срок службы 50 лет при температуре 20 °С, данных испытаний труб на стойкость к внутреннему гидростатическому давлению с нижним доверительным интервалом 97,5 % и округленное до ближайшего нижнего значения ряда R10 по ГОСТ 8032. Для труб из непластифицированного поливинилхлорида MRS равна 25 МПа.

Коэффициент запаса прочности C выбирается при проектировании трубопроводов равным 2,5, что соответствует напряжению в стенке трубы в 10 МПа (НПВХ 100), и 2,0, соответствующее напряжению в стенке трубы в 12,5 МПа (НПВХ 125).

Стандартное размерное отношение SDR – отношение номинального на-

В течение более чем 50-летнего применения пластмассовых труб для инженерных сетей происходили накопление знаний и широкий обмен ими. Результатом стало существенное повышение степени безопасности функционирования различных по назначению трубопроводов.

Таблица. Физико-механические свойства труб из НПВХ

Характеристика	Значение
Плотность, г/см ³	1,4
Напряжение при растяжении, МПа	55
Удлинение, %:	
при растяжении	5
при разрыве	25
Предельное напряжение изгиба, МПа	95
Модуль упругости, МПа	3000
Ударная вязкость образца, кДж/м ²	4
Теплостойкость, °С	83
Коэффициент линейного теплового расширения, мм/(м·°С)	0,08
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,15

ружного диаметра трубы d_n к номинальной толщине стенки e . Соотношение между SDR и S определяют по такой формуле:

$$SDR = 2 \cdot S + 1.$$

Максимальное рабочее давление MOP , МПа, – максимальное давление воды в трубопроводе, допускаемое при постоянной эксплуатации и рассчитываемое по следующей формуле:

$$MOP = 2 \cdot MRS \cdot C_i \cdot C \cdot (SDR - 1),$$

где C_i – коэффициент, учитывающий температуру транспортируемой жидкости. Определить его можно по таблице или графику, которые приведены в ГОСТ Р 51613-2000 и ISO 4422-1996. Если температура жидкости не превышает 25 °С $C_i = 1$, а при 45 °С – 0,64.

Физико-механические свойства труб из НПВХ представлены в *табл.*

Свойства НПВХ-труб

Химическая стойкость НПВХ позволяет широко использовать трубопроводы из это-

го материала не только в инженерных, но и технологических системах, в том числе для транспортировки агрессивных жидкостей. (Уточнить, устойчив ли материал к воздействию того или иного вещества, можно в каталоге «Химическая стойкость труб из термопластов» НПО «Пластик», НИИТЭХИМ Минхимпрома СССР, Черкассы, 1981.)

НПВХ характеризует также высокая огнестойкость. Сравнительные температуры воспламенения различных материалов приведены на *рис. 1*.

Поливинилхлорид как материал, обладающий «врожденными» противопожарными свойствами, относят к самозатухающим. Он не плавится и не образует горящих капель, обладает самой высокой среди термопластов температурой воспламенения: 388 °С. Противопожарные характеристики НПВХ также включают низкую токсичность и малое выде-

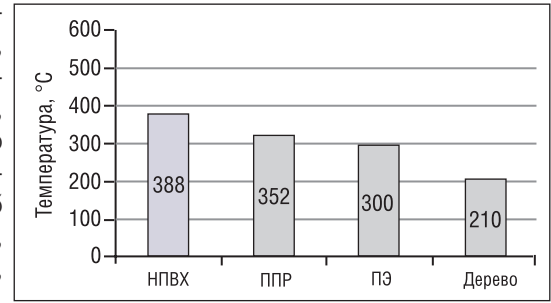


Рис. 1. Температура воспламенения различных материалов

ление дыма (Д1 и Т2 согласно российским нормам).

Кислородный индекс для НПВХ равен 40, а это значит, что процесс горения может проходить при 40-процентном содержании кислорода в воздухе зоны горения. Так как в атмосферном воздухе содержится только 21 % кислорода, НПВХ самостоятельно гореть не может и при ликвидации источника огня самопроизвольно гаснет. Для сравне-

ния: кислородный индекс полипропилена составляет 17.

В трубопроводах из НПВХ наблюдается самый медленный рост колоний бактерий по сравнению с трубами из других материалов. На рис. 2 приведены данные, полученные Институтом гигиены и общественного здоровья (Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit) при Боннском университете (Германия).

Расчетный срок службы трубопроводов, согласно ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления», составляет не менее 50 лет. Эталонные кривые длительной прочности приведены на рис. 3.

Расчет трубопровода из НПВХ на прочность, гидравлический расчет и компенсация температурного удлинения проводятся по методикам СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов».

Монтаж соединения

Трубы из НПВХ производят с раструбом под соединение с эластичным уплотнительным кольцом сечения типа Р по ГОСТ Р 51613.

Раструбные соединения напорных трубопроводов уплотняются с помощью резиновых (эластомерных) колец. Технические требования к уплотнениям установлены в европейском стандарте EN681-1. Основное требование – при контакте с водой используемые уплотнительные материалы в условиях эксплуатации не должны влиять на качество воды.

Так, фирма M.O.L. (Германия) выпускает уплотнительные кольца (рис. 4) из резины SBR с твердостью 60 ± 5 (SBR 60 ± 5 IRHD). В зависимости от исполнения, они предназначены для применения в питьевых водопроводах с рабочей температурой до 50°C (тип WA), трубопроводах технической воды, системах водоотлива и канализации с рабочей температурой до 45°C (временное 95°C (WC)); уплотнения третьего типа (WG) рассчитаны на условия эксплуатации колец

WC и дополнительно отвечают требованию маслостойкости.

Кольцо устанавливается острой кромкой к наружному краю раструба. Принцип уплотнения – расклинивание кольца в зазоре между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью раструба.

На рис. 5 представлена схема расположения уплотнительного кольца в раструбе до и после сборки соединения.

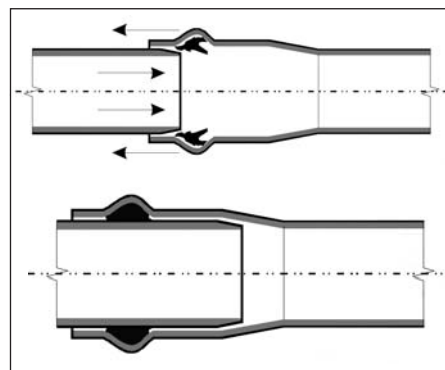


Рис. 5. Расположение уплотнительного кольца в раструбном соединении до и после монтажа трубы

Для компенсации линейного удлинения трубы в трубопроводах при изменении температуры окружающей среды (при подземной прокладке – грунта) или транспортируемой жидкости предусматривается так называемый тепловой зазор. Для его образования гладкий конец трубы необходимо при сборке вставить в раструб до упора, а затем вытянуть на 1 см (если не предусмотрено специальное обозначение).

При монтаже на поверхность трубы, вставляемой в раструб, наносится средство, обеспечивающее скольжение (мыльный раствор).

При монтаже НПВХ-трубопроводов используют литые и формованные детали – тройники, переходники, отводы, надвижные и соединительные муфты и т.д.

Для соединения труб с арматурой или трубами, изготовленными из других материалов, применяют патрубки «фланец-раструб» или «фланец – гладкий конец» с уплотнением резиновой прокладкой толщиной 3–5 мм.

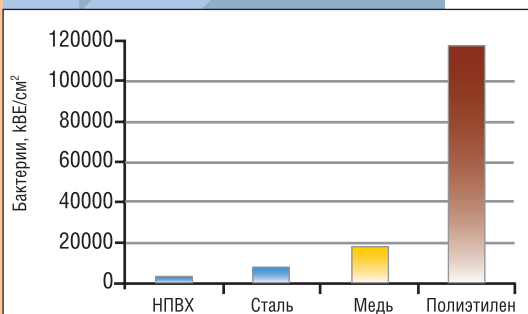


Рис. 2. Рост количества бактерий в трубах из различного материала за 120 сут (данные Института гигиены и общественного здоровья при Боннском университете)

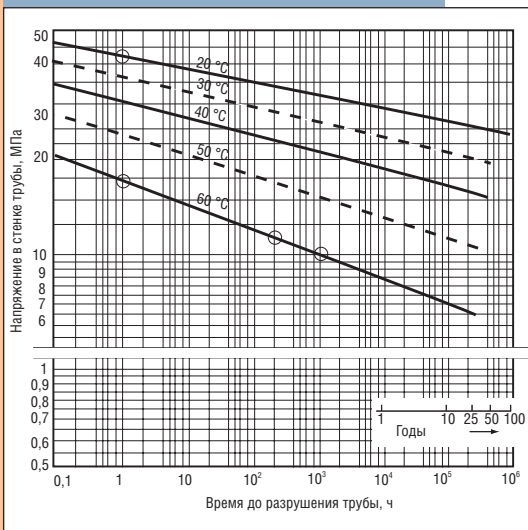


Рис. 3. Эталонные кривые длительной прочности труб из НПВХ-100 и НПВХ-125 ($MRS = 25,0$ МПа)

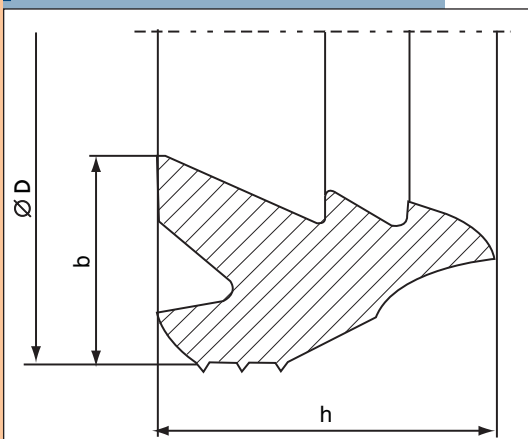


Рис. 4. Уплотнительное кольцо фирмы M.O.L.