

Трубы из полибутена. Мифы и реальность

Н.В. Володин, руководитель испытательной лаборатории, ИЦ «Политест», г. Москва

Трубы из полибутена (полибутилена) появились на мировом рынке по сравнению с другими полимерными трубопроводами относительно недавно. Европейский опыт применения труб из полибутена насчитывает всего-то около 50 лет. Появление нового материала с самого момента его изобретения сразу обросло невероятными слухами. Начиная от того, что произошла революция в химической промышленности и разработан уникальный материал, превосходящий по своим свойствам все известные полимеры, применяемые в трубной промышленности, до слухов об опасности его применения и т.п.

Цель написания этой статьи – дать объективную оценку этому новому материалу, основываясь на химических и физических свойствах материала, нормах DIN и ГОСТ, а также рассмотреть перспективы его применения в инженерных системах тепло- и водоснабжения.

Полибутен-1 (ПБ-1, РВ-1), как и полиэтилен (ПЭ, РЕ), сшитый полиэтилен (ПЭ-Х, РЕ-Х) и полипропилен (ПП, РР) является членом семейства полиолефинов, которые относятся к числу распространенных термопластов. По химической структуре полибутен-1 отличается от других полиолефинов числом атомов углерода в молекуле мономера.

Несмотря на то, что полибутен уже успешно применяется в Европе более 50 лет, в отличие от вышеназванных материалов, он является наиболее молодым членом семейства, т.к. был разработан позже них.

Для лучшего понимания свойств вышеуказанных материалов остановимся более подробно на их молекулярной структуре.

1. Полиэтилен (ПЭ, РЕ)

Обладает линейной молекулярной структурой и, как следствие, – наименьшей температуростойкостью (термостабильностью) из всех вышеназванных материалов и наименьшей стоимостью сырья. Поэтому во многом благодаря последнему фактору этот материал практически полностью занял нишу полимерных трубопроводов для холодного водоснабжения и газоснабжения, т.е. в системах, где нет высоких температур. Трубопроводы являются эластичными (гибкими) и хорошо соединяются посредством сварных неразъемных гомогенных соединений.

2. Полипропилен (ПП, РР)

В отличие от старшего представителя полиолефинового семейства этот материал обладает более разветвленной молекулярной структурой с углеводородными соединениями, что обусловило более высокую термостойкость. Как и трубы из полиэтилена, эти трубы легко соединяют-

ся посредством сварных гомогенных соединений. Однако трубы малоэластичны и поэтому изготавливаются в виде прямых отрезков. Вследствие хорошей термостабильности и технологичности монтажа трубы из полипропилена нашли широкое применение в системах отопления, холодного и горячего водоснабжения.

3. Сшитый полиэтилен (ПЭ-Х, РЕ-Х)

Учитывая низкую температуростойкость полиэтилена, было необходимо найти способ ее повышения и его нашли, и даже не один. Для придания большей термостабильности линейные молекулы полиэтилена научились «сшивать» поперечно между собой. Существует 4 способа сшивки полиэтилена: пероксидная сшивка (РЕХ-а), сшивка органосилоксанами (РЕХ-б), радиационная сшивка (РЕХ-с) и сшивка азосоединениями (РЕХ-д). Все четыре способа различаются между собой, но направлены на достижение одного и того же результата – поперечной сшивки молекул полиэтилена. В результате полиэтилен получил повышенную температуростойкость, но потерял способность к свариванию посредством гомогенных (однородных) сварных соединений. Поэтому для соединения труб из сшитого полиэтилена применяются, в основном, механические компрессионные и пресс-фитинги. Полиэтилен можно варить только в случае, если он несшит или «недосшит» – именно это свойство легло в основу электросварных фитингов, которые в ограниченном количестве предлагаются на рынке. Кроме того, сшивка полиэтилена требует дополнительного контроля качества, т.к. «недосшитый» полиэтилен не будет обладать нужной температуростойкостью, а «пересшитый» будет хрупким. Именно с нарушением процесса сшивки связаны многочисленные аварии, которые произошли с выходом на рынок низкокачественной китайской продукции.

4. Полибутен (ПБ, РВ)

Глядя на молекулярную структуру полибутена, можно сразу отметить ее наибольшую раз-

ветвленность по сравнению с другими материалами полиолефиновой группы. В структуре полибутена наибольшее количество атомов углерода в составе мономера, что обуславливает значительное отличие свойств ПБ-1 от свойств других членов семейства полиолефинов. Так, полибутен обладает наибольшей долговременной прочностью (MRS) и температуростойкостью, обладает наименьшей «ползучестью» по сравнению с другими материалами группы, сохраняет физические свойства при температурах, близких к температуре плавления, обладает повышенной гибкостью, высокой стойкостью к растрескиванию, хорошей химической стойкостью, легко сваривается с образованием однородных соединений и устойчив к механическому истиранию. Такой набор свойств делает полибутен-1 ценным материалом для производства напорных труб отопления и теплоснабжения, горячего и холодного водоснабжения, канализации (срок эксплуатации трубопроводов из полибутена уже сейчас составляет около 50 лет). Жесткие марки полибутена-1 нового поколения могут найти применение в производстве емкостей для хранения и транспортировки агрессивных жидкостей и абразивных растворов.

В химической промышленности полибутен PB-1 широко применяется для создания компаундов для улучшения свойств полиэтилена PE и полипропилена PP и термопластичных эластомеров. Его незначительное введение в SEBS компаунды (стирол-этилен-бутилен-стирольные) существенно улучшает жесткость при высоких температурах. При смешивании с термопластическими полиолефиновыми эластомерами наблюдается значительное улучшение значения остаточной деформации сжатия при высоких температурах.

Из рис. 1 видно, что ПБ-1 обладает высокой стойкостью к деформации под воздействием длительных нагрузок, значительно превосходящей показатели других полиолефиновых материалов.

По сравнению с другими материалами полиолефиновой группы ПБ-1 обладает наибольшей долговременной прочностью под воздействием высоких температур (рис. 2).

Пользуясь Европейским стандартом ISO 10508 можно рассчитать максимально допустимое напряжение в стенках трубы (МПа) для разных материалов полиолефиновой группы для различных стандартизованных факторов безопасности применения труб. Результаты расчета представлены в таблице ниже. Из таблицы видно, что максимальное допустимое напряжение в стенке трубы для PB-1 на 35% выше, чем для сшитого полиэтилена PEX трубы, на 45% выше, чем для полипропилена PP-R и более чем на 50% выше, чем для труб PE-RT. Фактически это означает, что на эквивалентную толщину стенки

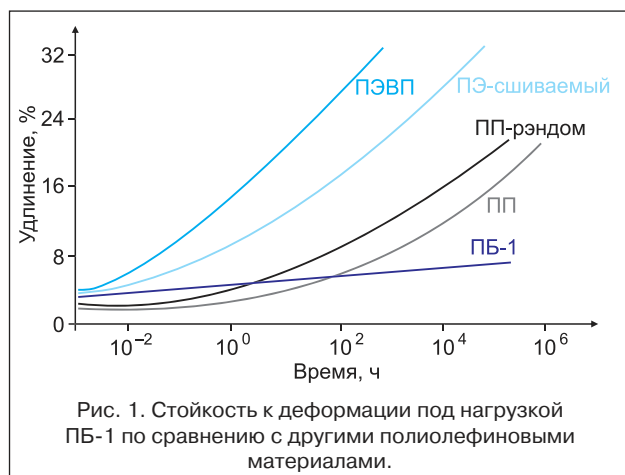


Рис. 1. Стойкость к деформации под нагрузкой ПБ-1 по сравнению с другими полиолефиновыми материалами.

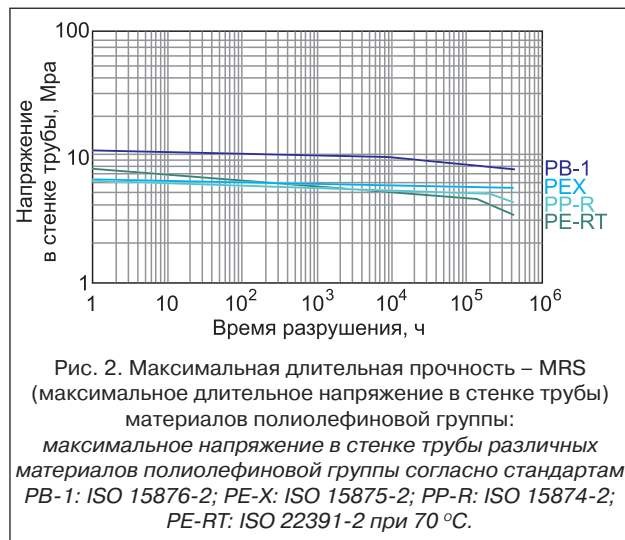


Рис. 2. Максимальная длительная прочность – MRS (максимальное длительное напряжение в стенке трубы) материалов полиолефиновой группы: максимальное напряжение в стенке трубы различных материалов полиолефиновой группы согласно стандартам PB-1: ISO 15876-2; PE-X: ISO 15875-2; PP-R: ISO 15874-2; PE-RT: ISO 22391-2 при 70 °С.

Таблица 1. Максимально допустимое напряжение в стенках трубы, МПа.

Фактор безопасности	PB-1	PE-X	PE-RT (*)	PP-R
1	5,73	3,85	3,30	3,09
2	5,06	3,54	2,70	2,13
4(UFH)	5,46	4,00	3,26	3,30
5	4,31	3,24	2,4	1,90

трубы PB-1 имеет больший фактор безопасности по сравнению с трубами из других материалов полиолефиновой группы (табл. 1).

При одинаковых эксплуатационных параметрах, трубы из полибутена можно использовать с меньшей толщиной стенки, за счет большей прочности материала при расчетном сроке службы 50 лет (табл. 2).

ПБ-1 обладает наименьшим коэффициентом линейного расширения (рис. 3) и наименьшим коэффициентом теплопроводности (рис. 4).

Коэффициент эластичности (Модуль упругости) – физическая величина, характеризующая свойства материала сопротивляться растяжению/сжатию при упругой деформации. Из рис. 5 видно, что полибутен обладает наилучшей эластичностью.

Таблица 2. Сравнение параметров труб.

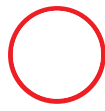




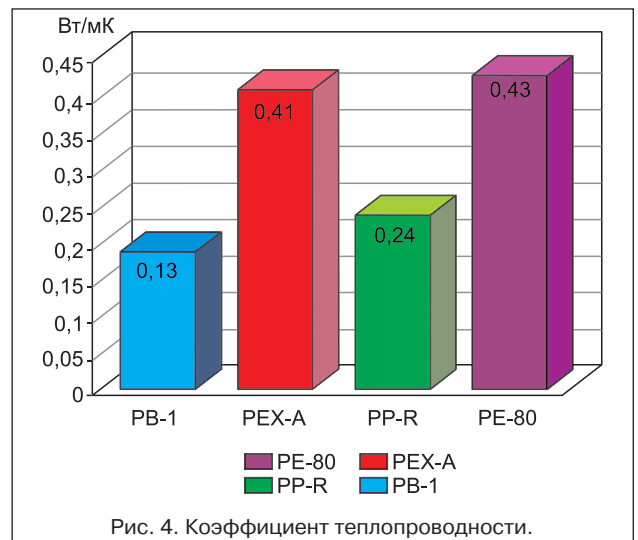
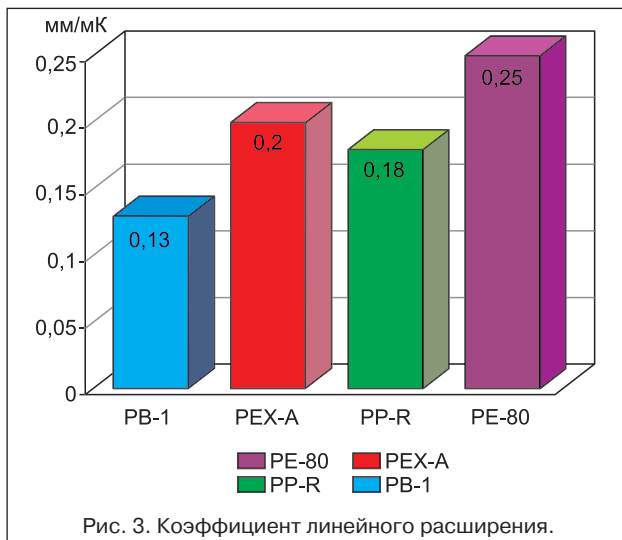
Параметры					
	PB-1	PP-R(1)	PP-R(2)	PEX	PVC-C
Внешний диаметр трубы, мм	40	40	40	40	40
Внутренний диаметр трубы, мм	32,6	26,6	24	29	31
Толщина стенки трубы, мм	3,7	6,7	8	5,5	4,5
SDR	11	6	5	7,3	9
Внутренняя площадь трубы, мм ²	835	556	452	661	755
Скорость потока при передаче 2 литров/сек, м/с	2,4	3,6	4,4	3	2,6
Потери давления при передаче 2 литров/сек, mbar/м	18	50	81	33	24

Таблица 3. Сравнение свойств различных материалов, применяющихся для производства труб
(источник http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2643&cat_id=8&page_id=2).

Параметры	ПБ-1	ПП рэнд.	ПЭ сшив.	ПВХ хлор.
Ударопрочность/жесткость	++	+	++	–
Химическая стойкость	++	++	++	++
Гибкость	+++	+	++	–
Ползучесть	+++	+	++	++
Устойчивость к температуре и давлению	+++	+	++	++
CLTE-приложенная нагрузка	+++	+	++	+

+++ Отличное ++ Хорошее + Удовлетворительное – Плохое



Итак, подводя итог проведенного краткого анализа, мы можем обратить внимание на то, что полибутен, несмотря на свой юный возраст, имеет существенные преимущества относительно своих собратьев по полиолефиновой группе (табл. 3).

Мифы о полибутене

С появлением полибутена на международном и российском рынке он быстро оброс различными слухами и мифами. Просматривая российское информационное пространство, я смог выделить следующие наиболее интересные:

Миф 1. Хрупкость полибутена по сравнению с трубами из сшитого полиэтилена и риск образования трещин

В качестве первоисточника указана статья неизвестного автора в журнале, вышедшем в Северной Америке в 2010 г. В качестве аргумента в статье говорится, что «ПБ-трубы состоят из пластиковых смол, что объясняет возникновение трещин с возрастом».

Забавное заключение! Особенно с учетом того, что полибутен, также как и полиэтилен, получается путем полимеризации смол. К термопла-

стичным пластмассам на основе полимеризационных смол относится полиэтилен, сшитый полиэтилен, поливинилхлорид, политетрафторэтилен, полистирол, полибутен. Следуя логике автора этой статьи, применение таких распространенных полимерных трубопроводов как трубы из полиэтилена, сшитого полиэтилена, полипропилена и др. просто крайне опасно. Далее комментировать эту информацию не имеет смысла, т.к. все эти материалы уже более 50 лет успешно применяются в России и за рубежом.

Миф 2. Низкая устойчивость полибутена к хлорированной воде

В системах водоснабжения в ряде стран, в том числе и в России, воду обрабатывают дезинфицирующим средством – хлором. Известно, что хлор является сильным окислителем даже в сравнительно небольших количествах, используемых для обработки питьевой воды. Вода, содержащая хлор, всегда оказывает негативное воздействие на срок службы практически всех материалов группы полиолефинов (полиэтилен, сшитый полиэтилен, полибутен, полипропилен и др.). То есть говорить о каких-то серьезных отличиях стойкости полибутена к хлорированной воде по сравнению с другими материалами не приходится. Так сшитый полиэтилен PEX, как и другие полиолефины, без каких-либо добавок не обладает достаточной сопротивляемостью окислению и окисляется в присутствии обычной хлорированной питьевой воды. По этой причине все производители сшитого полиэтилена PEX и других материалов применяют специальные добавки, содержащие антиоксиданты, которые служат для защиты полимеров от окисления. Эта проблема особенно остро стояла в 60-е годы, когда эти полимерные материалы только были разработаны. В настоящее время все вышеперечисленные материалы, без каких-либо ограничений, применяются в коммунальных системах водоснабжения, в том числе и ГВС.

В России требования к качеству воды для хозяйственно-питьевых нужд определяются ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», в соответствии с ПДК (предельно допустимые концентрации) согласно нормативам физиологической полноценности питьевой воды и гигиеническим нормам СанПиН (Санитарные Правила и Нормы) – СанПиН 2.1.4.559-96, СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

Полимерные трубы, применяемые в России (в т.ч. трубы из полибутена), должны соответствовать ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления». Трубы из полибутена, предлагаемые на российском рынке, соответствуют данному ГОСТу.

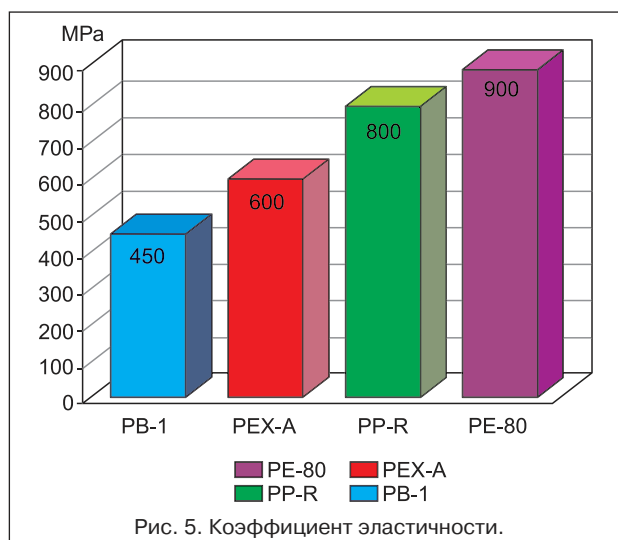


Рис. 5. Коэффициент эластичности.



Миф 3. Трубы из полибутена не применяются в США и Канаде

Это не совсем так. В 70-е годы полибутеновые трубы практически полностью вытеснили столь популярные медные трубы на Северо-американском рынке. Трубы из полибутена применяются в Северной Америке аж с 1976 года. Так в Канаде трубы из полибутена установили в более чем в 700 тыс. домов, а в США полибутен прописался в нескольких миллионах домов! То есть общая протяженность трубопроводов составляет более 400 000 000! м, а опыт эксплуатации более 40 лет. Однако ложка дегтя в такой большой бочке меда все же нашлась. В 90-е годы, т.е. практически спустя 20 лет, в Северной Америке были зафиксированы ряд крупных протечек во внутренних инженерных системах домов. В числе непроверенных слухов о причинах протечек были и описанные выше проблемы с хлором, и преждевременное старение труб и т.п. Но все эти домыслы не нашли документального подтверждения и носили предположительный характер, а документально подтвержденным фактом причин образования протечек, подкрепленным решением судов, явилось использование клеевых полиоце-

татных фитингов, которые широко использовались на территории Северной Америки, но никогда не применялись в Европе. То есть потекли не трубы, а клеевые соединения труб и фитингов. Протечки были зафиксированы в определенный временной интервал и были вызваны, предположительно, несоответствием геометрических параметров фитингов, поставляемых одно время на рынок. Клеевой слой при динамическом изменении температур не смог долгое время компенсировать геометрическое несоответствие труб и фитингов.

Этим объясняется и тот факт, что, в отличие от Северной Америки, в Европе трубы из полибутена успешно применяются уже более 50 лет и их доля на рынке неуклонно растет. Так по данным KWD 2006 в Великобритании объем потребления труб из полибутена превысил потребление труб из сшитого полиэтилена, который появился на рынок значительно раньше. Все дело в том, что в Европе, равно как и в России, не применяются клеевые соединения. Трубы из полибутена соединяются посредством гомогенной (однородной) сварки труб и фитингов из того же материала, что и сами трубы, т.е. место соединения трубы и фитинга является наиболее надежным, т.к. в этом месте наибольшая толщина однородного материала, кроме того, такие фитинги не заужают внутренний проход трубы, тем самым снижая потери давления системы.

Миф 4. Полибутен мало применяется в Европе

В Европе рынок разных стран, безусловно, имеет различия. Для оценки потребления полибутена возьмем одну из самых развитых стран, являющуюся сердцем Европы, – Великобританию. Для получения достоверных официальных данных обратимся к наиболее авторитетному европейскому аналитическому агентству KWD. Так по данным KWD Market + Charts: «Plumbing and Heating Europe 2006» в Великобритании в

2006 г. проложено около 11 миллионов метров труб из полибутена, что на 4% превышает объем совокупного потребления труб из сшитого полиэтилена, полиэтилена PE, PE-RT. То есть трубы из полибутена являются в Великобритании наиболее распространенными.

Выводы

Проанализировав источники приведенной информации, можно увидеть, что все они, по странному стечению обстоятельств, оказались связаны с производителями и поставщиками труб из сшитого полиэтилена... Видимо, появление нового перспективного материала все-таки озадачило производителей и поставщиков традиционных полимерных материалов, что объективно указывает на наличие преимуществ у полибутена. В противном случае не было бы необходимости искать изъяны в другом материале, а достаточно было бы популяризировать собственную продукцию, освещая ее положительные свойства. Поэтому надеемся, что изложенная в этом материале информация поможет потребителям сделать самостоятельный и осознанный выбор, основанный на объективном сравнении свойств вышеуказанных материалов и выбрать тот материал, который необходим для выполнения задач в тех или иных инженерных системах.

В России уже накоплен достаточный опыт применения труб из полибутена. Трубами из полибутена смонтированы сотни километров инженерных коммуникаций, как в частном, так и в муниципальном строительстве. Однако трубы нашли широкое распространение пока только в наружных коммуникациях, где существуют повышенные требования к надежности инженерных систем. Трубы из полибутена включены в Комплексный проект повышения энергоэффективности и надежности тепловых сетей НП «Российское Теплоснабжение».

Если Вы читаете этот текст,
значит, реклама в журнале "Новости теплоснабжения"
работает.

Отдел рекламы телефон/факс (495) 231-21-26, сайт www.nts.ru