



16

О надёжности
трубопроводных
систем



38

Система
отопления:
10 лет спустя



44

ОВИК
в медицинских
учреждениях



57

Солнечные панели
для плавучего
дома: проект

TECE
CLUB

TECE CLUB

Сообщество
профессионального
монтажа



www.tececlub.ru

Кто ответственен за надёжность и безопасность трубопроводных систем?

По данным компании «Леруа Мерлен», офлайн-магазины российской сети которой посещают 4800 покупателей в день, а ежедневный онлайн-трафик составляет 600 тыс. посетителей, за день оформляют 50 тыс. онлайн-заказов, при этом 44% составляют РОРО-покупатели (ищут онлайн, покупают офлайн). Такая востребованность среди населения возлагает на крупные сети ответственность за качество и безопасность реализуемой продукции.

Автор: В.С. ТКАЧЕНКО, генеральный директор Ассоциации производителей трубопроводных систем (АПТС)

К сожалению, в сетевых магазинах, как и в других местах торговли строительными материалами, реализуется огромное количество фальсификата, который обладает непредсказуемыми эксплуатационными характеристиками и нерегламентированным сроком службы.

Например, причиной аварий на трубопроводах зачастую является применение фальсифицированной трубной продукции. Её применение в системах отопления и горячего водоснабжения может повлечь за собой самые трагические последствия — от значительных финансовых потерь до причинения серьёзного вреда здоровью людей.

Полимерные трубы и фитинги повсеместно используются в инженерных сетях отопления, водоснабжения и канализации. Их применение в строительстве снижает капитальные затраты, упрощает монтаж, увеличивает срок эксплуатации сетей. В DIY-ритейле представлен широкий ассортимент полимерной трубной продукции для различных условий эксплуатации множества производителей.

Зачастую рядовой покупатель незнаком с рынком этой продукции, и при покупке он действует по принципу «купить подешевле», не запрашивая никакие документы. Отсутствует так называемая «потребительская грамотность». Важно понимать, что цена продукции ниже средней по рынку — это уже признак того, что качество продукции необходимо проверить перед применением.

Ассоциация производителей трубопроводных систем (АПТС) решила узнать, трубную продукцию какого качества продают в DIY-сетях, и осуществила контрольную закупку полимерных труб, произведённых по ГОСТ 18599–2001, ГОСТ 32415–2013 и ГОСТ Р 53630–2015.

В журнале СОК уже рассказывалось [1] о проблемах маркировки напорных полимерных труб, приобретённых в рамках этой контрольной закупки.

DIY (Do It Yourself) — ритейл — считается одним из наиболее популярных рынков реализации строительных товаров среди населения. Широкий ассортимент, низкие цены, комфортные торговые площади с консультантами, возможность онлайн-покупок ежедневно привлекают множество покупателей

Необходимые сопроводительные документы

Напомним, что трубная продукция должна поставляться вместе с сопроводительными документами. Например, комплект документов на трубы по ГОСТ 18599–2001 включает в себя:

- сертификат соответствия;
- паспорт качества;
- свидетельство о государственной регистрации (СГР) для труб питьевого водоснабжения.

Трубы, изготовленные по ГОСТ 18599–2001, должны сопровождаться сертификатом обязательного подтверждения соответствия, а трубы, произведённые по ГОСТ 32415–2013 и ГОСТ Р 53630–2015, могут поставляться с сертификатом добровольного подтверждения соответствия.

При контрольной закупке у консультантов была запрошена сопроводительная документация. Продавцы смогли представить документы только на девять из 47 единиц закупленной продукции, в том числе на фитинги и комплектующие. Результаты их испытаний будут опубликованы позже.

Паспорта качества, подтверждающие качество конкретной партии продукции, не были предоставлены ни на один продукт, и лишь на малую часть закупленных товаров продавцы смогли показать сертификаты соответствия, подтверждающие возможность производителя производить качественную продукцию.



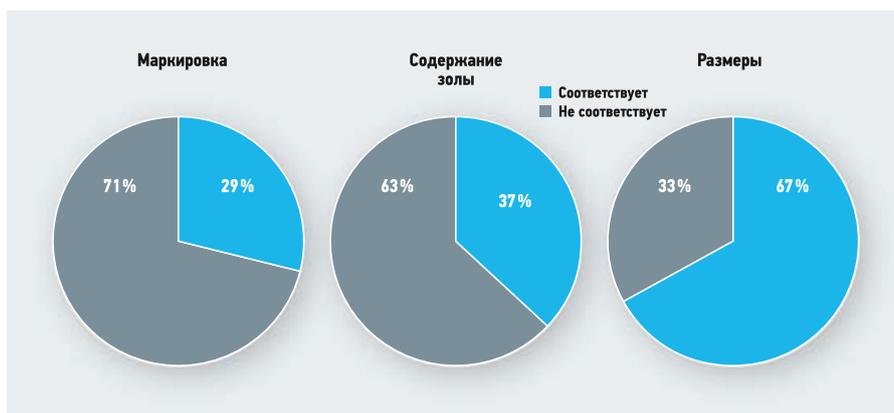


Рис. 1. Общие несоответствия труб по ГОСТ 32415–2013 и 53630–2015

Некоторые из этих сертификатов были недействительны по причине истечения сроков действия.

При этом консультант «Леруа Мерлен» уверил, что по желанию покупателя магазин может запросить у производителя пакет сопроводительных документов. После такой информации сразу возникают вопросы:

1. Осуществляется ли вообще в магазинах, реализующих строительные материалы, входной контроль поставляемой продукции?
2. Проверяет ли кто-то полноту и достоверность сопроводительной документации на продукцию?
3. Заносятся ли в базу учёта продукции ритейлера необходимые документы?

Например, приобретённая для испытаний полиэтиленовая труба напорного водоснабжения (ГОСТ 18599–2001) производства ООО «Политэк Пайп» сопровождалась сертификатом обязательного подтверждения соответствия, выданного органом по сертификации ООО «Бирюза». У АПТС есть существенные основания полагать, что данная организация выдавала фиктивные сертификаты соответствия, без проведения испытаний продукции на соответствие обязательным требованиям в нарушение действующего законодательства РФ. Шестого сентября 2018 года аккредитация органа по сертификации ООО «Бирюза» была прекращена.

* Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2009 года №982-ПП «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии» (ред. от 4 июля 2020 года).

Менее чем за полтора года (с 5 декабря 2016 года по 27 апреля 2018 года) этот орган по сертификации выдал 166 сертификатов соответствия на напорные трубы из полиэтилена. На проведение такого количества испытаний потребовалось бы около трёх лет круглосуточной работы при условии испытания только одного образца на каждый сертификат.

Паспорт качества и СГР на продукцию не предоставлены. Такая же труба, но производства компании НПО «Про Аква» (приобретена в сети «Петрович»), реализовывалась без сопроводительной документации. Это запрещено законодательством, поскольку продукция, занесённая в Единый перечень, утверждённый Постановлением Правительства РФ №982*, должна реализовываться только с обязательным сертификатом соответствия.

Результаты испытаний наружных напорных полиэтиленовых труб

Испытания проводились в аккредитованной испытательной лаборатории АО «Завод АНД Газтрубпласт» (RA.RU.21AO97), входящей в Группу «Полипластик», результаты представлены в табл. 1.

Результаты испытаний внутридомовых труб

Чаще в розничный магазин покупатель приходит за трубой для внутридомовых систем. Это те сети, которые разводят по жилому помещению холодную и горячую воду, отопление. На лабораторные испытания были отправлены трубы для систем водоснабжения и отопления из различных полимерных материалов производства: Valfex, Valtec, ООО «Ростурпласт», Auray Managing S.L., ООО «Рехау», «РОСтерм», USMetrrix, UNI-fitt, Aquatechnik Group S.p.A., FV-Plast, ООО «Ростерм Северо-Запад», ООО «Политэк Пайп», ООО «ПК Контур».

Испытания проводились в аккредитованном испытательном центре компании ООО «Климовский трубный завод» (RA.RU.22ХИ89) и в аккредитованной испытательной лаборатории АО «Завод АНД Газтрубпласт» (RA.RU.21AO97). Определение состава материала проводили в Управлении исследования материалов НИИ ООО «Группа Полипластик». Результаты представлены в табл. 2 и 3.

Покажем выявленные несоответствия на рис. 1 и 2.

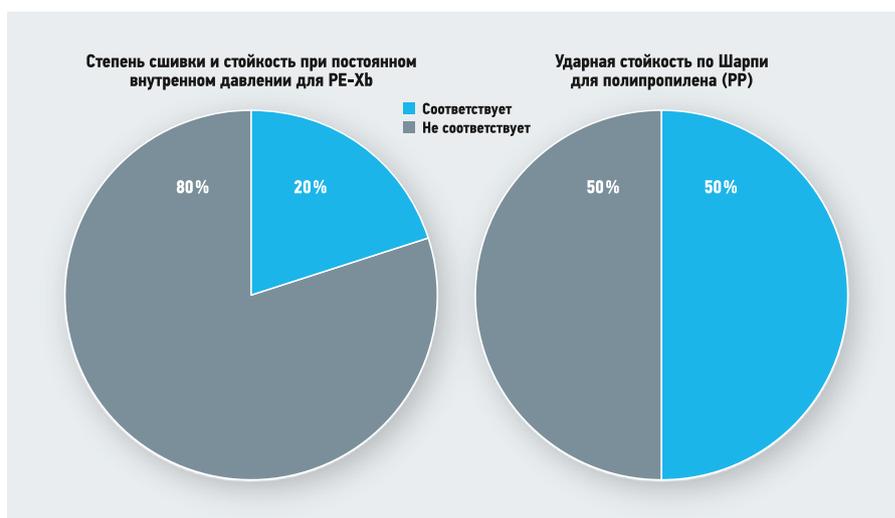


Рис. 2. Несоответствия многослойных труб по ГОСТ 53630–2015

Оценка результатов испытания по требованиям ГОСТ 18599–2011 (с изм. №1, №2)

табл. 1

Наименование продукции	Изготовитель	Внешний вид, маркировка	Массовая доля техн. углерода (сажи)	Относит. удлинение при разрыве	Размеры	Стойкость к внутр. давлению 165 ч	Термостабильность
ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 питьевая	НПО «Про Аква»	Соотв.	Не соотв.*	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Не соотв.
ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 PN 16 питьевая	ООО «Политэк Пайп»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.

* В образце обнаружен минеральный наполнитель.



Интерпретация результатов испытаний

Почему же трубы должны соответствовать всем этим критериям? Как определить фальсификат с помощью визуального осмотра и лабораторных испытаний?

Показатели, на соответствие которым проверялись наружные и внутренние трубы, являются «лакмусовой бумажкой» оценки безопасности и надёжности труб в эксплуатации.

Общие показатели

Несоблюдение производителем геометрических размеров трубы, предписанных соответствующим ГОСТ, ведёт к невозможности качественного и надёжного монтажа трубопровода. Производство трубы с превышением максимально допустимого диаметра может привести к несовместимости труб и фитингов. Выпуск трубы с толщиной стенки ниже значений, предписанных ГОСТ, приводит к возник-

новению напряжений в материале выше нормативных, что, в свою очередь, неминуемо ведёт к досрочному разрушению трубопровода.

Читаемость и наличие маркировки на трубе — неотъемлемый атрибут качественной продукции. Только при её наличии можно с уверенностью идентифици-



ровать производителя продукции, применить продукцию в соответствии с областью применения, то есть режимами эксплуатации, а также исключить вероятность ошибок при монтаже и ремонте трубопровода.

Например, в соответствии с ГОСТ 32415–2013 (п. 4.4.1), на трубе из полипропилена рандом-сополимера PP-R номинальным наружным диаметром 20 мм и номинальной толщиной стенки 3,4 мм должна быть размещена маркировка:

**Труба PP-R SDR 6/S 2,5 – 20×3,4
класс 2/0,8 МПа класс 5/0,6 МПа**

Обратите внимание на текст, выделенный красным цветом. Маркировка трубы по ГОСТ 32415–2013 должна содержать в себе обозначения «класс эксплуатации/ рабочее давление», причём давление определяется в зависимости от класса по ГОСТ 32415–2013 (табл. 5). Если класс эксплуатации не соответствует выбранному давлению, то производитель таким образом вводит покупателя в заблуждение.

То же самое касается и труб, произведённых по ГОСТ 53630–2015.

Внешний вид продукции характеризует культуру производства. Несоблюдение технологического режима при изготовлении — первый показатель продукции низкого качества.

Результаты испытания на стойкость при постоянном внутреннем давлении являются показателем, характеризующим долговечность трубной продукции при условиях эксплуатации. Лабораторные испытания проводятся в режимах, определённых по кривым длительной прочности, гарантирующим срок службы 50 лет. Если труба не выдерживает испытания, это свидетельствует о том, что срок её эксплуатации будет существенно меньше заявленного производителем.

Оценка результатов испытаний материалов по требованиям ГОСТ 32415–2013 и СТО 22.21.29-001-96326611–2020

табл. 2

Наименование продукции	Изготовитель	Оценка по требованиям ГОСТ 32415–2013						Оценка по требованиям СТО		
		Внешний вид	Маркировка	Размеры	Стойкость*1	Степень сшивки	Ударная прочность по Шарпи	Содержание золы*2, %	Темп-ра плавления среднего слоя*3, °С	
5. Труба Pe Xa/EVOH SDR 7,4/S 3,2 16×2,2 CLASS 1, 2, 4, 5/10 BAR	Auray Managing S.L.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	
6. Труба Rautitan Pink 16×2,2 PE XA/EVOH class 1/10, class 2/10,4/10,5/8 bar DIN 4/26 A PE-Xa комо class 5/6 bar	000 «Рехау»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	
7. Труба Universalrohr Rautitan Flex 16×2,2 PE XA/EVOH class 1-4/10 bar class 5/8 bar	000 «Рехау»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	
19. Труба PPR PN 20 SDR 6/S 2,5–20×3,4 класс 1/1,0 МПа класс 2/0,8 МПа класс XB/1,0 МПа	000 «ПК Контур»	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Соотв.	Соотв.	149	
15. Труба PPR 80 SDR 6–20×3,4 Класс 1, 2, 5 PN 20 bar	000 «Поли-тэк Пайп»	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Соотв.	Не соотв.	145	
17. Труба PP-R 20×3,4 A S 2,5 (PN20) Class 1/10 bar, 2/8 bar, 4/10 bar, 5/6 bar	FV-Plast	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Соотв.	Не провод.	Не провод.	
1. Труба PP-R 80 SDR 11/S5 20×1,9 питьевая класс XB/1,0 (PN 10)	Valfex	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не проводился	Не соотв.	147	

*1 При постоянном внутреннем давлении (95 °С, 22 ч) — режимы по ГОСТ 32415. *2 По ГОСТ 15973–82 при 600 °С. *3 Методом ДСК по ГОСТ Р 56724–2015.



Показатели для наружных напорных полиэтиленовых труб

Термостабильность пластикового трубопровода характеризует наличие стабилизаторов в сырье. Они применяются во время переработки полиэтилена и обеспечивают стабильность прочностных свойств готовой продукции во время эксплуатации. Низкие показатели термостабильности характерны для вторичного сырья или для первичного сырья нетрубных марок полиэтилена.

Содержание в полимерной композиции на основе ПЭ-100 сажи (технического углерода) ниже или выше нормативного предела (2,0–2,5%), а также наличие минерального наполнителя свидетельствует о том, что трубы изготовлены из нетрубных марок полиэтилена, вторичного сырья неизвестного происхождения или из полиэтилена натурального цвета, окрашенного суперконцентратом технического углерода, что недопустимо (п. 5.1 ГОСТ 18599–2001 с изм. №1, №2).

Введение в композицию полиэтилена минерального наполнителя, а также любых других добавок на стадии экструзии запрещено ГОСТ 18599–2001, поскольку это может приводить к существенному снижению прочностных характеристик трубы. Если по результатам этого испытания выявлено несоответствие, то с полной уверенностью можно заявлять, что данная продукция является фальсификатом.

Какой вывод можно сделать по результатам этих испытаний?

Труба ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 питьевая производства НПО «Про Аква» и труба ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 PN 16 питьевая производства ООО «Политэк Пайп» не соответствуют обязательным требованиям ГОСТ 18599–2001. Их применение в системах наружного напорного водоснабжения недопустимо. Такая продукция обладает непредсказуемыми эксплуатационными характеристиками, неустановленным сроком службы и становится причиной преждевременных аварийных ситуаций на трубопроводах.

:: Оценка результатов испытаний материалов по требованиям ГОСТ 53630–2015 и проекта СТО 22.21.29-001-96326611–2020 табл. 3

Наименование продукции	Изготовитель	Оценка по требованиям ГОСТ 53630–2015 (многослойные трубы)						Оценка по требованиям СТО		
		Внешний вид	Маркировка	Размеры	Стойкость*1	Степень шивы*2	Ударная прочность по Шарпи	Содержание золь*3, %	Темп-ра плавления среднего слоя*4, °C	
8. Труба «Теплый пол» PEX-b/EVOH/PEX-b SDR 9/S 3,5 16×2,0 класс 2/0,8 МПа класс 4/1,0 МПа	«РОСтерм»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Не предум.	Не предум.	Не предум.	
18. Труба PEX-b/EVOH/PEX-b SDR 7,4/S3,2 16×2,2 класс 2/1,1 МПа класс 5/1,0 МПа	«РОСтерм»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Не предум.	Не предум.	Не предум.	
9. Труба Multilayer Pipe PE-Xb/AL/PE-HD 16×2,0	USMetrix	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не предум.	Не предум.	Не предум.	
11. Труба Pexb-AL 0,3 – Pexb 16×2,0 PN 25	Valtec	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не предум.	Не предум.	Не предум.	
10. Труба 16×2 mm PE-Xc/Al 0,4/PE Xb	UNI-fitt	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предум.	Не предум.	Не предум.	
21. Труба PPR-GF PN 25 SDR 6/S 2,5-20×3,4 класс 1/1,0 МПа класс 2/0,8 МПа класс 4/1,0 МПа класс 5/0,6 МПа класс XB/1,0 МПа	ООО «ПК Контур»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предум.	Не проводил.	Соотв.	149	
12. Труба Equation PPRT/PPRT-GF/PPRT SDR 7,4/S 3,2 25×3,5 класс 2/1,05 МПа класс 5/0,09	Aquatechnik Group S.p.A.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предум.	Не соотв.	Не проводил.	Не проводил.	
2. Труба PP-Fiber PP-R100/FB/PP-R100 20×2,8 PN 20 SDR 7,4/S 3,2 Class 5/6 bar Class 4,2/10 bar Class 1/13 bar	Valtec	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предум.	Не соотв.	Соотв.	143	
13. Труба Equation PPR/PPR-GF/PPR SDR 6/S 2,5 20×3,4 Класс 2/1,0 МПа, Класс 5/0,8 МПа	ООО «Ростерм Северо-Запад»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предум.	Соотв.	Не проводил.	Не проводил.	
14. Труба Aqua PPR/PPR-GF-PPR SDR 7,4/S 3,2 20×2,8 Класс 2/0,75 МПа Класс 5/0,6 МПа	«РОСтерм»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предум.	Соотв.	Не соотв.	148	
4. Труба PP-R/PP-R GF/PP-R SDR 6/S 2,5-40×6,7 (PN25)	«Ростурпласт»	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предум.	Не соотв.	Не соотв.	151	
3. Труба PP-R 80 PP-R/PP-R GF/PP-R SDR 6/S 2,5 20×3,4 питьевая класс 1/1,0 МПа, класс 2/0,8 МПа, класс 4/1,0 МПа, класс 5/0,8 МПа (PN 25)	Valfex	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предум.	Соотв.	Не соотв.	147	
16. Труба PP-R/AL/PP-R SDR 6/S 2,5 20×3,4 класс 2/0,8 МПа, класс 4/1,0 МПа, класс 5/0,6 МПа (PN 25) питьевая	Valfex	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не предум.	Не проводил.	Не проводил.	Не проводил.	
20. Труба PPR-AL-PPR PN25 20×3,0 класс 1/1,0 МПа класс 2/1,0 МПа класс 4/1,0 МПа класс 5/1,0 МПа класс XB/1,0 МПа	ООО «ПК Контур»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предум.	Не проводил.	Не проводил.	Не проводил.	

*1 При постоянном внутреннем давлении (95 °C, 22 ч) — режимы по ГОСТ 32415. *2 Только для труб PE-X. *3 По ГОСТ 15973–82 при 600 °C. *4 Методом ДСК по ГОСТ Р 56724–2015.

Показатели для внутридомовых труб

Ударная прочность по Шарпи характеризует стойкость труб к растрескиванию при их транспортировке/разгрузке в условиях низких температур (менее 0°C). Несоответствие трубы требованиям ГОСТ по этому показателю сообщает о вероятности образования микротрещин от внешних воздействий. При эксплуатации труб с такими микротрещинами может произойти преждевременное разрушение вследствие постепенного увеличения размера трещин.

Степень сшивки является определяющим параметром для труб из сшитого полиэтилена PE-X. Если значение показателя не достигло требуемых значений, материал не считается сшитым.

Несшитый полиэтилен имеет максимальную рабочую температуру эксплуатации 40°C. При такой температуре снижаются показатели давления, которое способно выдерживать труба, по сравнению с эксплуатацией при 20°C. Поэтому соблюдение требований ГОСТ по степени сшивки критично при эксплуатации труб PE-X в системах отопления и ГВС. Недостаточная сшивка приведёт к преждевременному выходу трубы из строя.

Определение состава материала внутридомовых труб

Определение состава материала в лабораторных условиях даёт возможность выявить, кто из производителей действительно использует в производстве заявленное сырьё, а кто вводит покупателя в заблуждение или подмешивает более дешёвое сырьё, не предназначенное для этого типа труб. Испытания пока не являются стандартизированными в России, они исследовательские, но позволяют выявить закономерности на сырьё, которые отразятся на качестве продукции.

В качестве базового документа, содержащего требования к многослойным трубам и сырью для их изготовления, организации-члены Ассоциации разработали проект «СТО АПТС для полипропиленовых труб, армированных стекловолокном» (далее — СТО) на основе международных стандартов.

Согласно проекту СТО, конечная массовая доля золы трубы, определённая по ГОСТ 15931–82 при 600°C, должна находиться в пределах от 5 до 7%. Меньшее содержание стекловолокна приведёт к увеличению коэффициента линейного теплового расширения, что может привести к разрушению трубы во время эксплуатации из-за неверно рассчитанных компенсаторов. С другой стороны, слишком высокое содержание стекловолокна приводит к увеличенной хрупкости труб.



Например, в однослойных трубах содержание золы должно быть не более 1%, поскольку чистый полипропилен почти полностью выгорает при 600°C, остаются только неорганические пигменты, предназначенные для окраски трубы.

Также согласно проекту СТО для изготовления среднего слоя допускается использовать только рандом-сополимер пропилена. Применение более дешёвого гомополимера будет приводить к преждевременному выходу трубы из строя, поскольку марки гомополимеров пропилена, производящиеся в России в настоящее время, не подходят для трубного применения по целому ряду параметров.



Определить наличие гомополимера можно по температуре плавления. Рандом-сополимеры плавятся при температуре в диапазоне 140–150°C, а температура плавления гомополимера составляет более 160°C. Таким образом, если температура плавления среднего слоя превышает 150°C, это говорит о примеси гомополимера в его составе.

Таким образом, внутридомовые трубы, которые не прошли испытания на стойкость к внутреннему давлению, совершенно точно приведут к преждевременным авариям, а не прошедшие другие испытания не могут быть использованы по своему назначению, так как тоже могут стать причиной аварий и протечек.

Выводы

Результаты испытаний говорят сами за себя. Увы, покупатель по незнанию легко может приобрести некачественную продукцию в магазине строительных материалов. Не дайте себя обмануть, развивайте потребительскую грамотность. Это касается любого продукта. А при покупке трубной продукции мы рекомендуем следовать этим простым правилам:

- ❑ никогда не приобретайте трубу только по принципу «подешевле»;
- ❑ запрашивайте сопроводительную документацию на продукцию, сохраняйте её у себя вместе с чеком;
- ❑ если при визуальном осмотре возникли сомнения в качестве продукции — проводите лабораторные испытания в аккредитованных лабораториях на соответствие требованиям, заявленным в ГОСТ и паспортах качества [перечень лабораторий есть в реестре на сайте Федеральной службы по аккредитации (Росаккредитация) fsa.gov.ru];
- ❑ требуйте возврата денег за некачественную и небезопасную продукцию.

Помните, что цена подделки труб для отопления и горячего водоснабжения — аварии на ваших трубопроводах и, как следствие, экономический ущерб себе и соседям, причинение травм и увечий.

На сайте АПТС в свободном доступе размещены инструкции по проверке сопроводительной документации. Вы можете самостоятельно провести анализ паспорта качества и сертификата соответствия и обратиться в АПТС за бесплатной интерпретацией.

Итоги испытаний продукции в контрольной закупке и претензии мы обязательно направим производителям труб, поставщикам, в DIY-сети. По результатам обратной связи мы надеемся найти совместное решение по повышению грамотности потребителей и DIY-сетей, а также недопущению производства и реализации некачественной и небезопасной продукции в будущем. ●

1. Козлов О.В. Проблемы маркировки напорных полимерных труб // Журнал СОК, 2020. №7. С. 14–17.