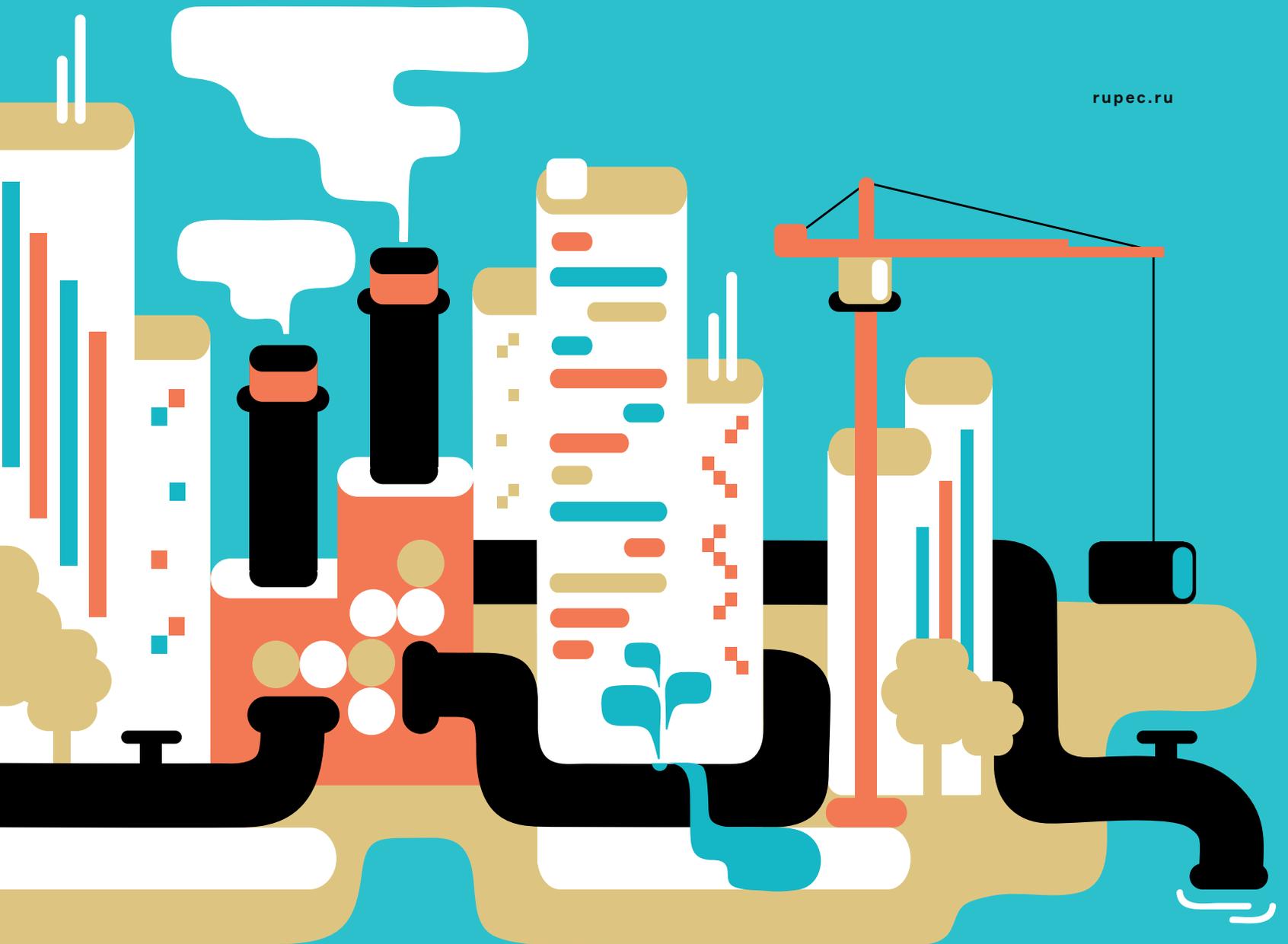


ТРУБНЫЕ ПОЛИМЕРЫ В ГОРОДСКОМ ЖКХ 2015–2025

rupec.ru



ТРУБНЫЕ ПОЛИМЕРЫ В ГОРОДСКОМ ЖКХ 2015–2025

Введение	4
Основные выводы	7
Состояние отрасли ЖКХ в России	9
Полимерные трубы в ЖКХ	18
Используемые материалы и сферы применения	18
Характеристики и конструкции полимерных труб	23
Стоимость жизненного цикла труб из различных материалов	28
Материалы	31
Прокладка и монтаж	33
Затраты на прокачку воды	33
Затраты по аварийности	36
Стоимость жизненного цикла	40
Российский рынок полиэтиленовых труб	45
Сценарии развития рынка полимерных труб	52
Холодное водоснабжение	54
Горячее водоснабжение и теплоснабжение	58
Водоотведение	60
Вклад нового жилищного строительства	63
Прогнозные сценарии	64
Верификация модели	66
Заключение	69

Введение

Жилищно-коммунальное хозяйство остается одной из самых недоинвестированных инфраструктурных отраслей российской экономики. Проблематика сегмента хорошо известна практически всем — от руководителей государства до простых граждан. В основе плачевного состояния жилищно-коммунального хозяйства лежит тот факт, что проложенные преимущественно в 1960–1970-х годах системы централизованного водо-, тепло- и газоснабжения, а также системы водоотведения массово подходят к концу своего срока эксплуатации. Существенная часть фонда ЖКХ уже не первый год эксплуатируется со 100-процентным износом. Так, по данным Росстата, доля таких коммуникаций уверенно приближается к 50%.

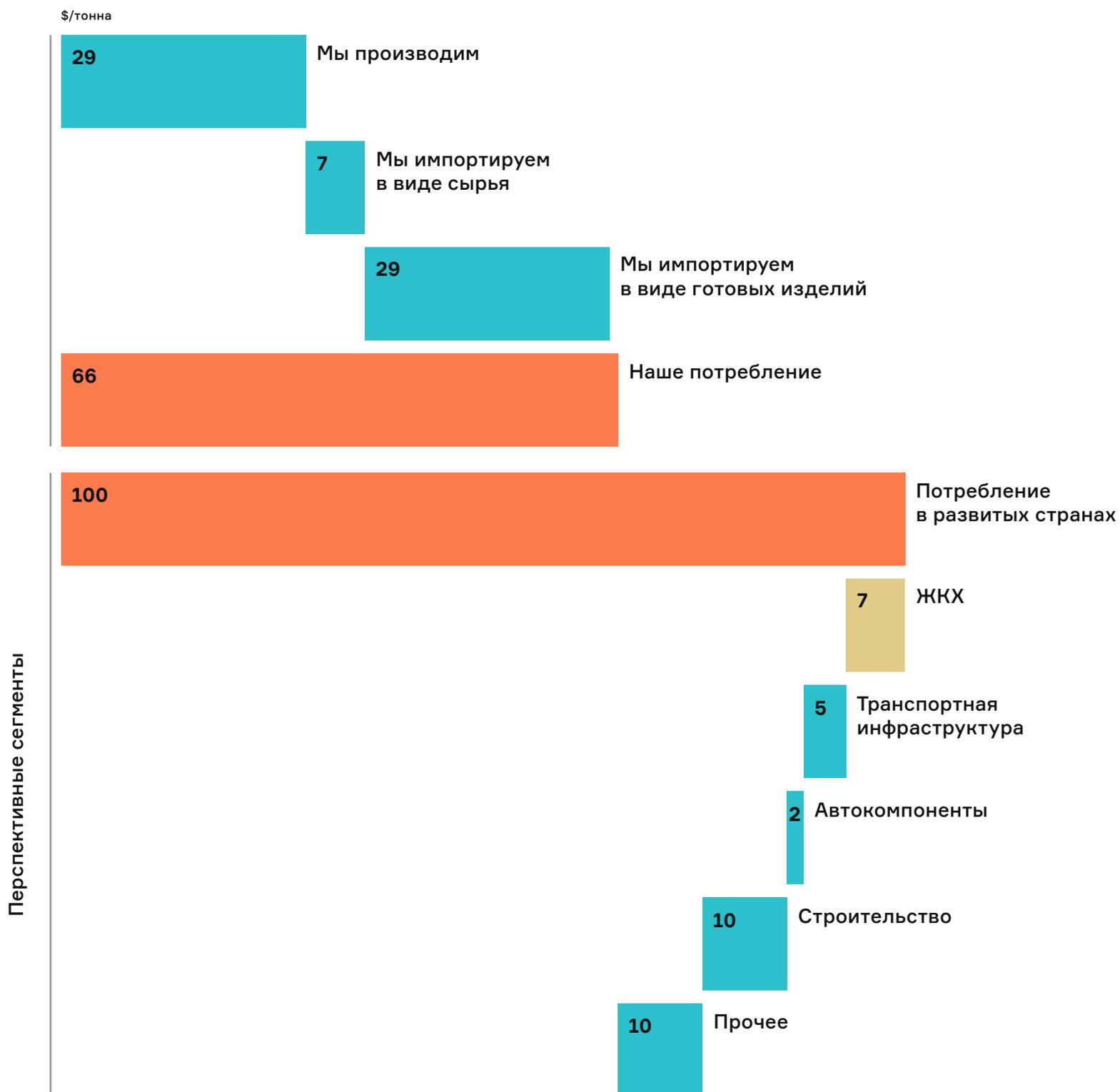
Существующих темпов замены трубопроводов городских коммуникаций явно недостаточно для покрытия де-юре выбывающих из эксплуатации тысяч километров сетей, что делает ситуацию в сфере ЖКХ весьма тревожной. Это связано как со стремительным ростом числа аварий на сетях, приводящим иногда к тяжелым последствиям (например, оседания под землю целых фрагментов городских улиц), так и с огромными потерями ресурсов (вода, энергия и т. п.), компенсация которых дорого обходится конечным потребителям, а экономике страны каждый год наносит многомиллиардный ущерб, исчисляющийся целыми процентами от ВВП.

В последние годы все более широкое распространение получило использование полимерных труб в реконструкции и строительстве новых сетей ЖКХ. Одним из основных преимуществ полимерных труб перед трубами из традиционных материалов (сталь, чугун, бетон, асбестоцемент и т. д.) является очень длительный срок службы. Производители гарантируют надежность полимерных труб на срок до 50 лет. Однако согласно отдельным натурным наблюдениям за самыми ранними полимерными трубами (начала 1950-х), срок их безаварийной эксплуатации может составлять до 70 лет. А согласно экспертным оценкам и расчетам, в случае соблюдения правил монтажа в части надежности соединений и условий эксплуатации (температуры, колебаний давления) качественные полимерные трубопроводные системы в границах своей применимости могут служить и до 100 лет. Таким образом, масштабная замена всего изношенного фонда ЖКХ на полимерные материалы (разумеется, там, где это возможно) позволит отодвинуть проблемы аварийности и потерь на десятилетия вперед.

Впрочем, в трубной отрасли широко ведутся дискуссии (причем не только и даже не столько в России), насколько достаточным условием столь длительный срок службы полимерных труб является для того, чтобы отдавать им безоговорочное предпочтение перед традиционными материалами. В настоящем исследовании RUPEC предлагает наглядную методику оценки полной стоимости жизненного цикла труб из различных материалов и различных диаметров на примере применения в холодном водоснабжении и отвечает на вопрос о приоритете того или иного материала с точки зрения затрат заказчика и эксплуатанта.

Учитывая колоссальную протяженность трубопроводных систем в российском ЖКХ, этот сегмент представляет собой один из самых емких с точки зрения перспективного спроса. Так, по оценке консалтинговой компании Strategy Partners Group (SPG), разработавшей «Стратегию развития химического и нефтехимического комплекса на период до

Рис. 1. Потенциал развития внутреннего спроса на полимерные материалы по отраслям применения (оценка 2012 года), кг/чел. в год.



2030 года» (далее «Стратегия 2030»), которую Министерство энергетики и Министерство промышленности и торговли России утвердили весной 2014 года, развитие спроса на полимерную продукцию будет происходить за счет четырех ключевых отраслей: ЖКХ, строительство, транспортная инфраструктура и автомобилестроение. По мнению экспертов SPG, потенциал развития отечественной отрасли ЖКХ по использованию полимеров до уровня развитых стран составляет в душевом выражении 7 кг/чел. в год (см. Рис. 1).

Иными словами, исходя из оценки численности населения России на 1 января 2012 года, потенциал развития спроса на полимерную продукцию со стороны отрасли ЖКХ до уровня развитых стран составляет около 1 млн тонн в год. Для не самого емкого российского рынка полимеров цифра поистине колоссальная.

Не очень ясно, впрочем, какие именно сферы применения полимеров внутри сегмента ЖКХ имели в виду эксперты SPG.

В своем исследовании мы будем говорить только о городском ЖКХ, имея под этим в виду следующие сегменты:

- холодное водоснабжение (магистральное и квартальное/уличное);
- горячее водоснабжение (квартальное);
- водоотведение (внутриквартальные сети, магистральные коллекторы).

Таким образом, мы выводим за рамки данного рассмотрения те сферы, где формирование спроса на трубные полимеры реализуется исходя на принципиально иных механизмов: это строительство в части внутреннего устройства (внутридомовые сети, вентиляционные каналы и газовая разводка) и газоснабжение (в том числе газификация сельской местности).

Второй задачей данного исследования является расчет различных сценариев развития спроса на полимерные материалы со стороны городского ЖКХ по указанным сегментам на период до 2025 года.

Основные выводы

- Ключевой проблемой сферы городского ЖКХ является высокий износ коммуникаций. Доля сетей, эксплуатирующихся со 100-процентным износом (то есть трубопроводы находятся в работе дольше нормативного срока), превышает 40% для сетей водоснабжения и канализации и приближается к 30% в сетях горячего водоснабжения и теплоснабжения.
- Высокий износ сетей ведет к потерям ресурсов (воды, тепла, электричества для питания насосов) и расходам на ликвидацию аварий. Суммарно ежегодный ущерб можно оценить в 0,5 трлн руб.
- Полимерные трубы обладают огромными преимуществами перед трубами из традиционных материалов; ключевым из них является длительный срок эксплуатации: нормативный в 50 лет, экспериментально доказанный — до 70 лет, расчетный — до 100 лет. Широкий спектр материалов и диаметров перекрывает все потребности городских коммунальных сетей, кроме магистралей горячего водоснабжения и теплоснабжения.
- Попытки численно аргументировать преимущества или недостатки тех или иных материалов в терминах затрат сталкиваются с несовершенством российской системы статистического учета, а именно с отсутствием данных об аварийности на сетях различного назначения, различных диаметров, возрастов и выполненных из различных материалов (такая статистика ведется в ряде развитых стран). Учитывая, сколь важная тема ЖКХ в России, органам государственной власти и бизнесу стоит обратить внимание на необходимость внедрения подобных систем учета.
- Согласно нашей методике расчета полной стоимости жизненного цикла, трубы из полиэтилена показывают наименьшую стоимость для всех диаметров по сравнению со сталью (в среднем на 57%) и чугуном (в среднем на 23%).
- Полимерные трубы занимают незначительную долю трубного рынка в России. При этом доминирующим (70%) материалом для труб является полиэтилен.
- Ключевой проблемой рынка полиэтиленовых труб является дефицит трубных марок. Это ведет к расширению импорта, а в последние годы — к увеличению доли несертифицированного и контрафактного сырья. Проблема требует со стороны регулятора ужесточения нормативных требований на сырье для труб и на саму трубную продукцию, а также введение обязательного входного контроля качества трубной продукции при закупках за счет средств бюджетов и государственных компаний.
- Замена и реконструкция коммунальных сетей является значительно более важным драйвером спроса на трубные полимеры, чем создание новых сетей в связи с новым жилищным строительством.

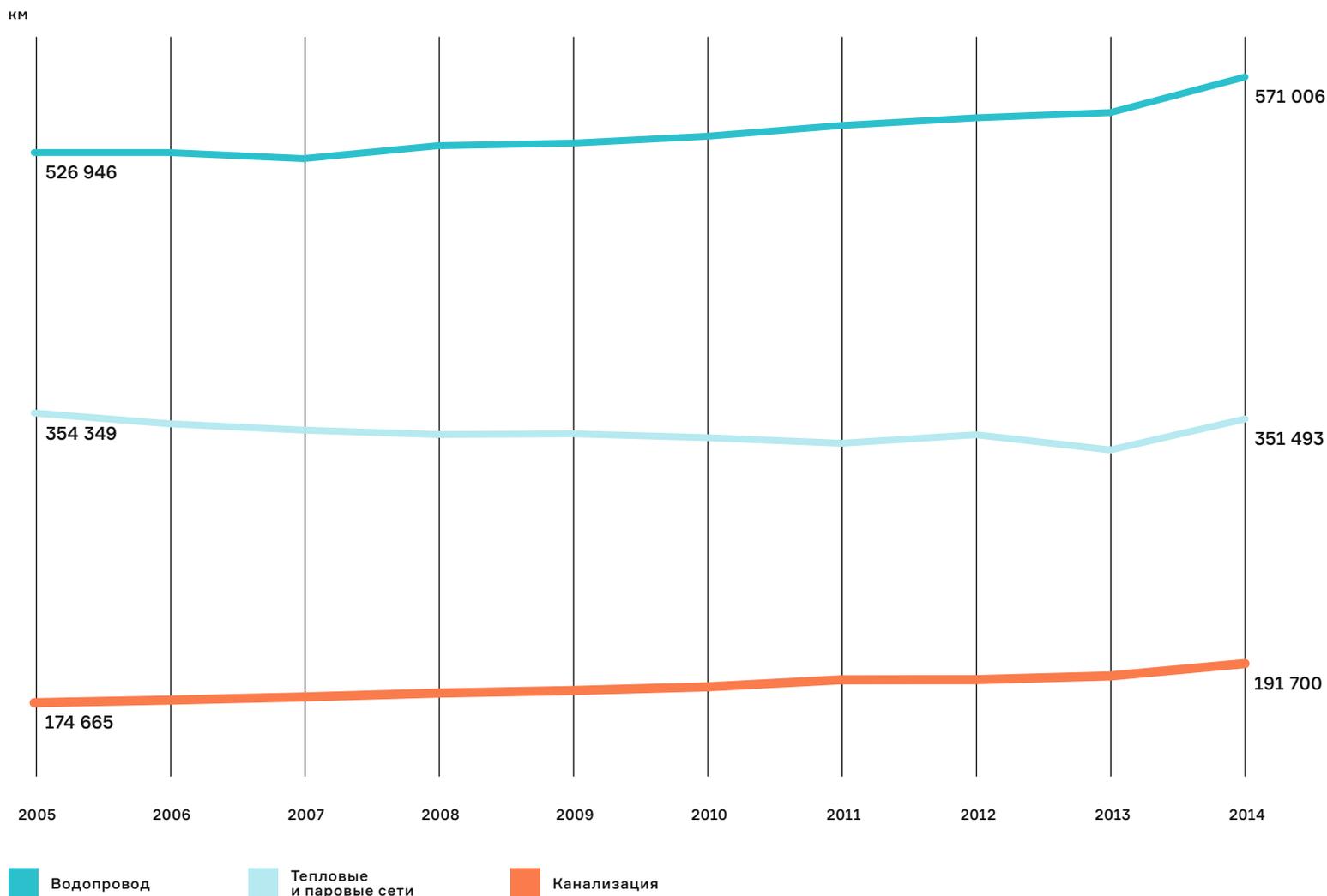
- «Потолок» дополнительного (к текущему уровню) спроса на полимеры со стороны трубной отрасли в городском ЖКХ (то есть без учета газоснабжения и газификации, а также внутридомовых коммуникаций в строительстве) может составлять около 400 тыс. тонн в год только за счет реконструкции и нового жилищного строительства. В случае реализации крупных промышленных и инфраструктурных проектов эта оценка вырастает примерно до 670 тыс. тонн в год. Для этого, однако, требуется, чтобы изношенные коммуникации заменялись в период 2015–2025 годов со скоростью 6–8% в год для разных сегментов.
- Реальные инвестиционные планы муниципалитетов по реновации сетей ЖКХ (которые, впрочем, наверняка будут корректироваться «вниз» в связи с кризисом в экономике) находятся на уровне 5% в год, что дает оценку прироста спроса на полимеры со стороны трубной отрасли в 400–450 тыс. тонн ежегодно дополнительно к текущему уровню.

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ ЖКХ В РОССИИ

Российская сеть городского ЖКХ, включающая трубопроводы холодного водоснабжения, горячего водоснабжения и теплоснабжения, канализации, является одной из самых масштабных в мире. По данным Росстата, ее суммарная протяженность на конец 2014 года превышала 1,1 млн км — это почти втрое больше расстояния от Земли до Луны! 51% всей протяженности приходится на сети водоснабжения, 32% (в однострубно́м исчислении) — на тепловые и паровые сети, 17% — на канализационные трубопроводы.

Понятно, что столь масштабная и протяженная система создавалась десятилетиями, а пик строительства централизованных коммуникаций в городском ЖКХ пришелся на 1960–1980-е годы. В последнее время темпы развития сети существенно сократились. Так, с 2005 по 2014 год суммарная протяженность по трем категориям сетей увеличилась лишь на 5,5%. При этом протяженность коммунальных водопроводов увеличилась на 8,4%, канализации — на 9,8%, тепловых и паровых сетей — сократилась почти на 1% (см. Рис 2).

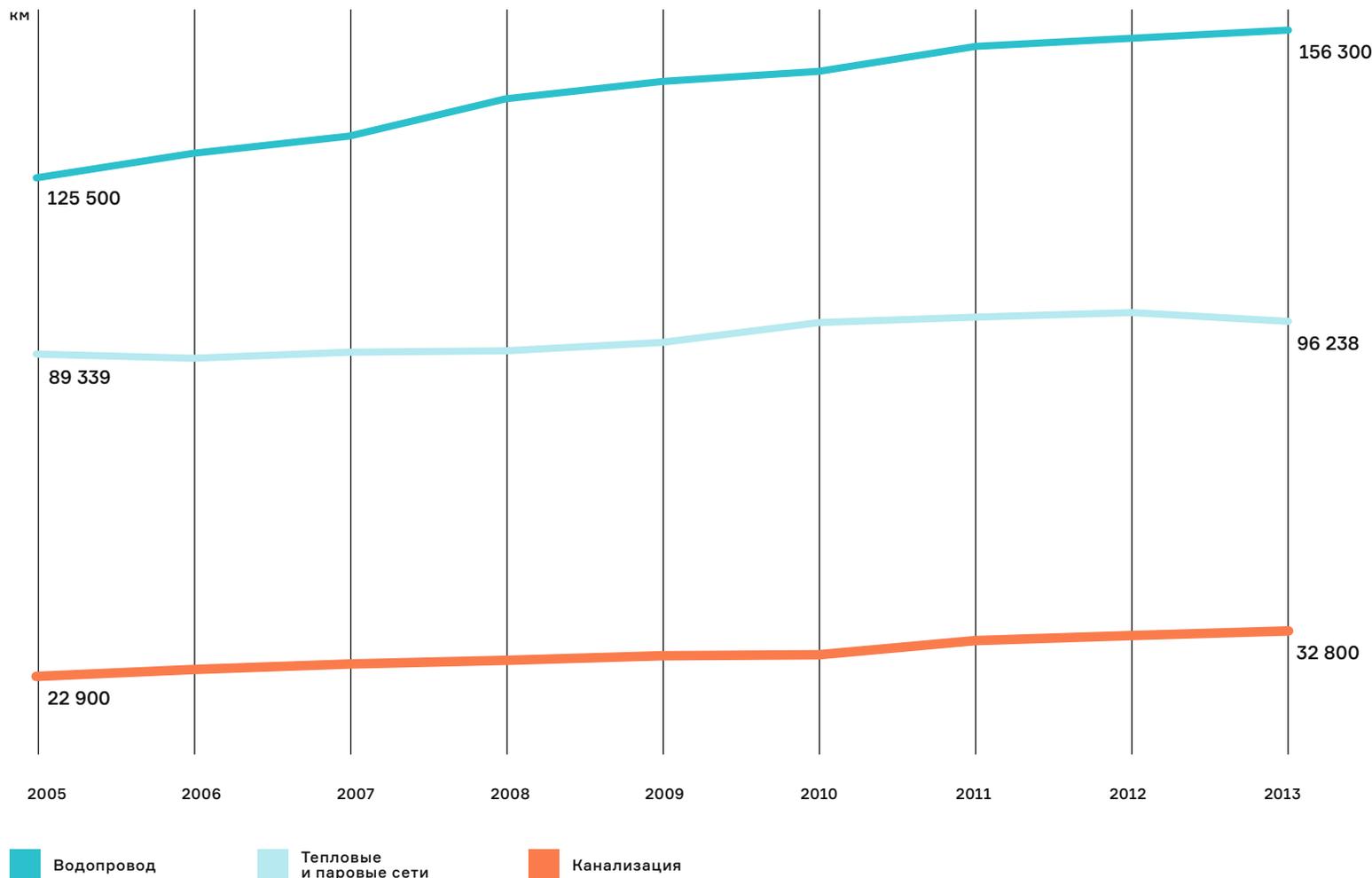
Рис. 2. Динамика протяженности сетей в городском ЖКХ в 2005–2014 годах



Источник: Росстат

Естественно, что коммунальные сети, будучи в основном построенными в 1960–1980-е годы, в существенной доле своей протяженности уже перешагнули порог нормативных сроков эксплуатации. Ключевой показатель здесь — доля сети соответствующей категории, которая эксплуатируется со 100-процентным износом от общей протяженности сети. Так, в 2014 году суммарная протяженность сетей всех трех категорий, срок эксплуатации которых превысил нормативный, составила более 434 тыс. км. Причем динамика показателей износа существенно превосходит динамику развития сетей. Так, в период с 2005 по 2013 года протяженность сетей водопровода со 100-процентным износом увеличилась на 25%, канализации — на 43%, сетей теплоснабжения — на 8% (см. Рис. 3).

Рис. 3. Динамика протяженности сетей со 100-процентным износом в городском ЖКХ (средние и большие диаметры) в 2005–2013 годах



Источник: Росстат

Если говорить о доле трубопроводов со 100-процентным износом в общей протяженности сетей, то она максимальна для водопровода и по итогам 2014 года составила 44%, то есть чуть менее половины. Несколько меньший показатель характерен для канализационных сетей, самый маленький — для сетей теплоснабжения, что вполне объяснимо, поскольку централизованное теплоснабжение — самый «молодой» вид централизованных городских коммуникаций (см. Рис. 4). При этом впечатляет стремительность динамики этих показателей. Так, в 2005 году доля водопроводов со 100-процентным износом составляла лишь 38%, канализации — 31%, тепловых и паровых сетей — 25%.

При этом возрастное распределение коммунальных сетей совершенно неоднородно по регионам страны. Так, самые изношенные сети эксплуатируются в южных регионах страны, антилидер здесь

Южный федеральный округ с долей 100-процентно изношенных сетей водопровода в 50%. Самое тяжелое положение из субъектов федерации в республиках Кавказа: например, в Ингушетии доля водопроводных сетей в эксплуатации со 100-процентным износом составляла в 2014 году 83%. Как это ни странно, даже в Москве этот показатель существенно выше общероссийского и составляет 59% (водопровод). Среди федеральных округов наименее изношенной сетью располагают регионы Уральского федерального округа (39%), среди субъектов федерации — Республика Алтай и Калужская область.

Стоит отметить, что широко распространенное убеждение, что катастрофическая ситуация с изношенностью коммунальных сетей является чисто российской спецификой, является большим заблуждением. Во многом схожая картина с износом сетей имеет место в ряде стран Европы и особенно в Северной Америке, где создание централизованных коммуникаций началось еще на заре XX века и по сей день существенная их доля так и эксплуатируется, многократно превысив нормативные сроки.

Ежегодно в категорию сетей со 100-процентным износом в России переходят тысячи километров сетей. Так, в 2014 году суммарная (по трем указанным категориям коммуникаций) протяженность участков, перешагнувших нормативный срок эксплуатации, составила почти 17 тыс. км. Это означает, что условный темп перехода в категорию 100-процентного износа для водопровода в целом по России составил 1,6%, для сетей канализации — 2,1%, для сетей теплоснабжения — 1,1% (см. Рис. 4). Соответственно, примерно такая протяженность самых старых трубопроводов должна ежегодно подлежать замене, чтобы ситуация с износом как минимум не ухудшалась.

Рис. 4. Доли трубопроводов со 100-процентным износом в общей протяженности сетей и условные темпы перехода в категорию 100-процентного износа в 2014 году

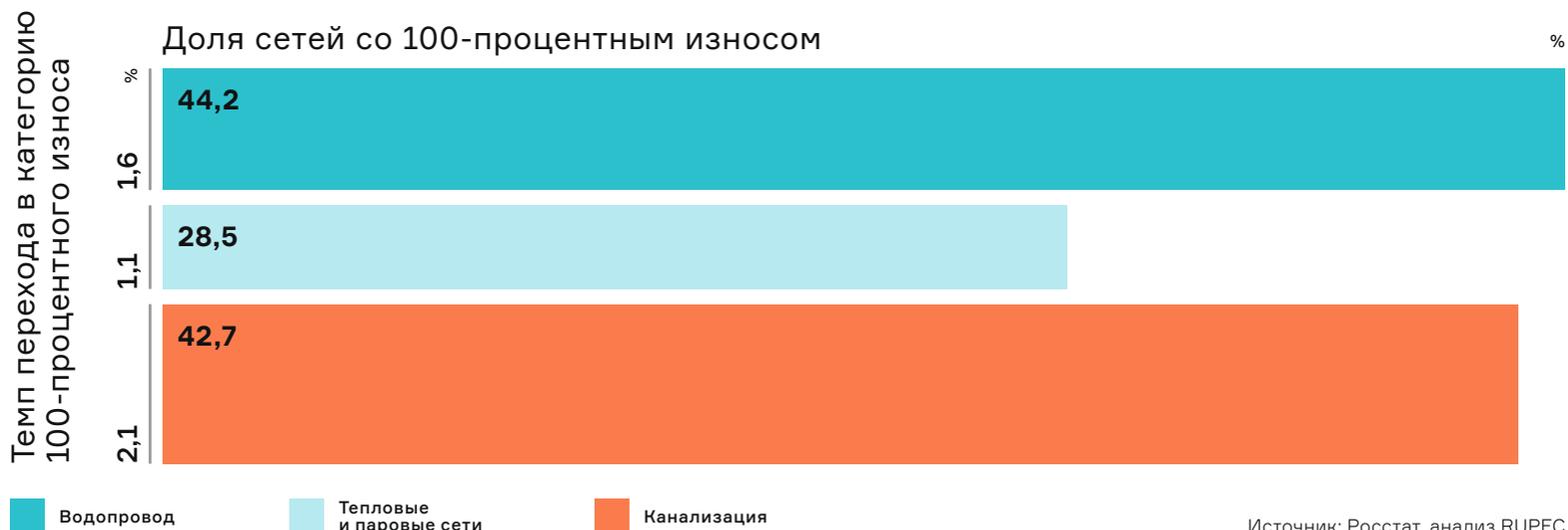
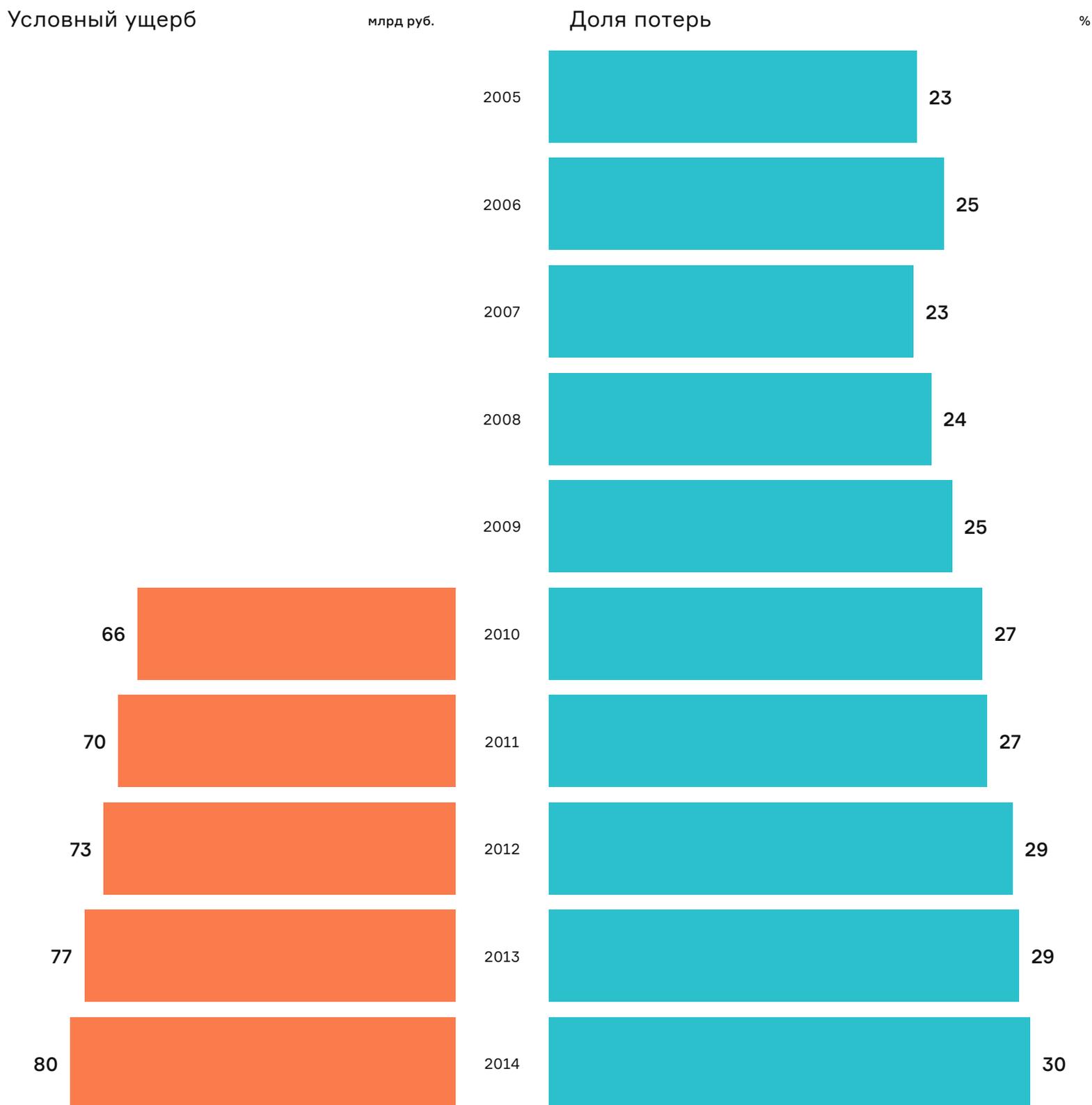


Рис. 5. Доля потерь воды в коммунальных сетях в период 2005–2014 годов и условный экономический ущерб



Чем на практике оборачивается тот факт, что тот или иной участок трубопровода продолжает эксплуатироваться сверх установленного для него нормативного срока? Как мы увидим далее, это означает резкий рост вероятности возникновения аварий; особенно это характерно для труб из металлов, где ключевым критерием долговечности является коррозионная стойкость. Соответственно, трубопроводы с возрастом свыше нормативного уже в принципе не способны держать давление транспортируемой среды, и авария, теоретически, может случиться на любом участке в любой момент времени. Однако это, наверное, даже не самое важное. Все-таки авария, то есть разрыв трубопровода с временной потерей его функциональности, не имеет столь негативных экономических последствий, как постоянные и почти нелокализуемые потери транспортируемых сред из трубопроводов, в основном именно из тех, что перешагнули порог нормативной эксплуатации.

Масштабы утечек и неучтенных потерь воды при ее транспортировке по коммунальным сетям просто поражают. Так, в 2014 году Росстат зафиксировал потери более 3,2 млрд м³ воды. Для сравнения: это в 18 раз больше объема Истринского водохранилища! Эта величина составила 30% от всей прокачанной по системе воды, то есть практически треть. Характерно, что доля утечек в период с 2005 по 2014 год также растет очень стремительно (см. Рис. 5). При этом надо понимать, что теряемая в коммунальных сетях вода — это ресурс, имеющий свою стоимость. Так что если применить к объемам потерь средние российские тарифы, то масштабы ущерба для экономики страны исчисляются десятками миллиардов рублей.

Потери в централизованных коммуникациях имеют место не только в случае воды. Дефекты изоляции и самого материала трубопроводов теплоснабжения приносят еще большие проблемы. Так, в период с 2005 по 2014 год объемы отпущенного потребителям тепла в масштабах всей страны сократились на 13% из-за климатических изменений, более качественного подхода к энергосбережению, теплоизоляции жилых помещений и просто из-за сокращения числа потребителей. А вот потери тепла в сети при этом выросли на 10%. В 2014 году доля потерь тепла от всего объема, отпущенного потребителям, составила 15,5%, при этом, как и в случае с водой, данный показатель стремительно растет. С учетом же того, что тепло является существенно более дорогостоящим ресурсом, чем вода, условные потери экономики России исчисляются уже сотнями миллиардов рублей: в период с 2010 по 2014 год это около 0,3% ВВП (см. Рис. 6).

Таким образом, с учетом перерасхода электроэнергии для компенсации потерь воды при перекачке и перерасхода топлива на выработку теряемого тепла общая оценка ежегодных потерь для экономики страны может составлять 500 млрд руб. и более.

Собственно с аварийностью на коммунальных сетях ситуация несколько лучше: в последние годы за счет, можно предположить, более широкого финансирования эксплуатирующих организаций и, соответственно, расходов на профилактику сетей удается достаточно высокими темпами снижать число аварий. Так, в период с 2005 по 2014 год число аварий на сетях водопровода,

Рис. 6. Доля потерь тепла в коммунальных сетях в период 2005–2014 годов и условный экономический ущерб

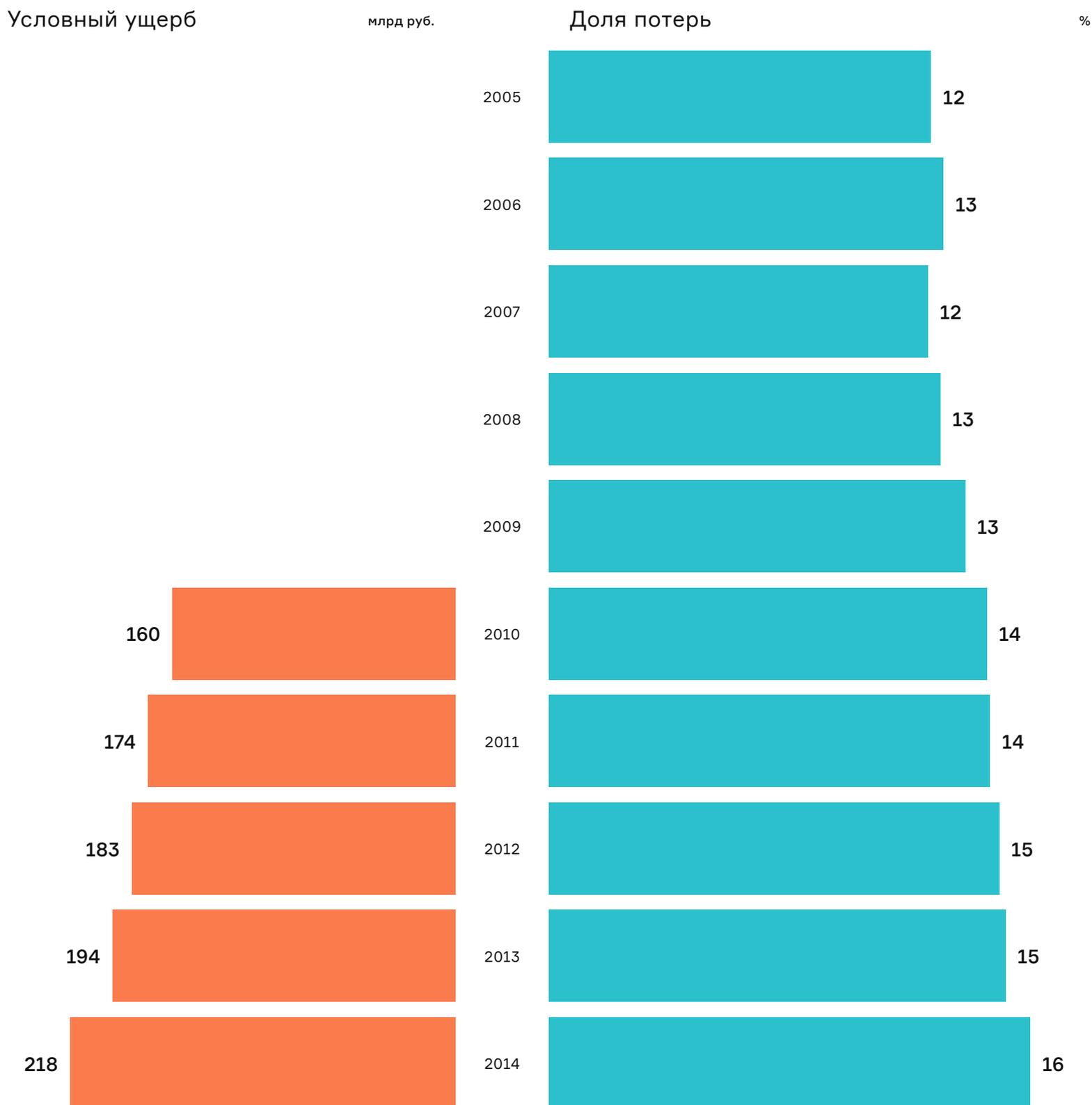
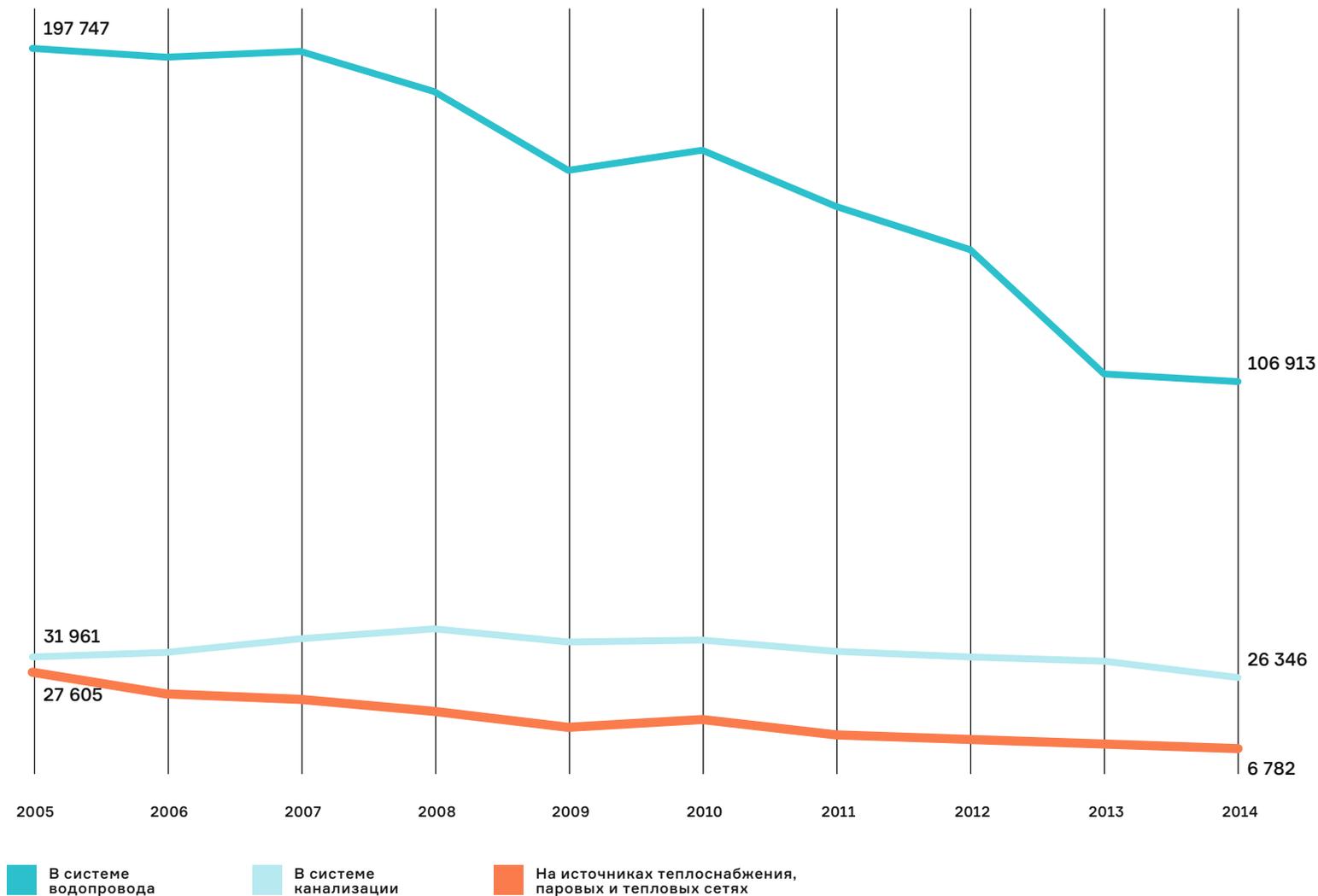


Рис. 7. Динамика числа аварий на коммунальных сетях в 2005–2014 годах

Число аварий



Источник: Росстат

по данным Росстата, сократилось почти на 100 тыс., или на 46%, на сетях канализации — на 18%, на сетях теплоснабжения — на 75% (см. Рис. 7).

С другой стороны, такая динамика аварийности находится в очевидном противоречии со статистикой по нарастанию износа сетей, потерь тепла и воды. Это заставляет относиться к ней с большой долей недоверия, списывая, например, на изменение методологии подсчета аварий Росстатом.

Тем не менее, учитывая, что, например, ликвидация одной аварии на сетях холодного водоснабжения обходится эксплуатирующей организации (а в конечном счете — бюджету) в сотни тысяч рублей, суммарные потери по аварийности можно оценить в десятки

миллиардов рублей каждый год. Эта сумма также вносит свой вклад в общие потери экономики России от изношенного трубопроводного фонда в городских коммуникациях жилищно-коммунального комплекса.

Понятно, что в описанных выше условиях первоочередной задачей муниципалитетов является экстренное сокращение доли фонда, эксплуатируемого со 100-процентным износом путем замены соответствующих участков трубопроводов на новые. Однако крайне важно, чтобы эти инвестиции были максимально эффективны, то есть чтобы ситуация не повторилась снова через 30 лет, когда и новые трубы состарятся, приблизившись к границе сроков нормативной эксплуатации. С этой точки зрения перспективным является использование трубопроводов из полимерных материалов, по крайней мере в границах их применимости.

ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ В ЖКХ

Сегодня в трубном производстве для нужд жилищно-коммунального хозяйства и строительства применяются весьма широкая номенклатура полимерных материалов. Однако их характеристики и свойства достаточно четко очерчивают границы их применимости, создавая таким образом естественные ниши для каждого полимера в отдельности. Рассмотрим ключевые характеристики различных полимеров в разрезе применимости в сфере ЖКХ.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

ПОЛИЭТИЛЕН

Основной материал в трубной сфере — полиэтилен. Несмотря на то, что этот полимер был разработан еще в 1930-е годы, вплоть до открытия метода производства полиэтилена высокой плотности (ПЭВП, он же полиэтилен низкого давления, ПЭНД), в трубной

промышленности он не находил применения. Это связано с тем, что ПЭНД обладает большей степенью кристалличности и, как следствие, большей прочностью и температурной стойкостью, чем ранее известный полиэтилен низкой плотности (ПЭНП). Сегодня в трубной сфере находят применение в основном три группы марок ПЭНД: ПЭ63, ПЭ80 и ПЭ100. Число в подобном обозначении соответствует десятикратному значению такого параметра, как минимальная длительная прочность (MRS), выраженному в МПа. Этот показатель характеризует такую величину давления в трубе из соответствующего материала, которое гарантированно не приведет к ее разрушению в течение 50 лет при температуре эксплуатации 20 °С. Дело в том, что полиэтилен (как, впрочем, и другие материалы) даже в твердом состоянии подвержен вязкому течению — необратимой деформации под действием внешней силы. В случае с трубой этой деформирующей силой является давление жидкости (или газа) внутри трубопровода, и чем оно выше, тем большая сила действует изнутри на стенки. С ростом температуры текучесть материала увеличивается, и при одном и том же давлении труба, эксплуатируемая при более высокой температуре, разрушится раньше. Поэтому более высокое значение MRS отвечает большему диапазону эксплуатационных температур и давлений. В связи с этим считается, например, что марки группы ПЭ63 относятся к устаревшему типу, и они почти не встречаются. Точно так же группа ПЭ80 тоже уже не вполне отвечает реалиям сегодняшнего дня и требованиям, предъявляемым к трубной продукции (расход материала для обеспечения той же сопротивляемости давлению среды выше). Наиболее ходовой является группа марок ПЭ100.

Значение MRS получают путем лабораторных испытаний материала по стойкости к гидростатическому давлению при разных температурах по стандартным методикам, после чего, экстраполируя данные на период 50 лет, получают так называемые кривые длительной прочности. Типовой график зависимости MRS от времени эксплуатации трубы, как правило, состоит из двух областей (см. Рис 8). Первая область — пологий участок кривой, характеризующийся медленным старением полимерного материала. В этот период времени разрыв может произойти при превышении внутренним давлением предела прочности стенок трубы. Вторая линейная область характеризуется резким уменьшением прочности трубы (увеличение наклона прямой), которое возникает из-за постепенного развития микротрещин в материале. Вслед за этим режимом старения находится последний, в котором уже весь материал подвергся необратимым химическим изменениям, из-за чего прочность трубы катастрофически падает за короткий промежуток времени.

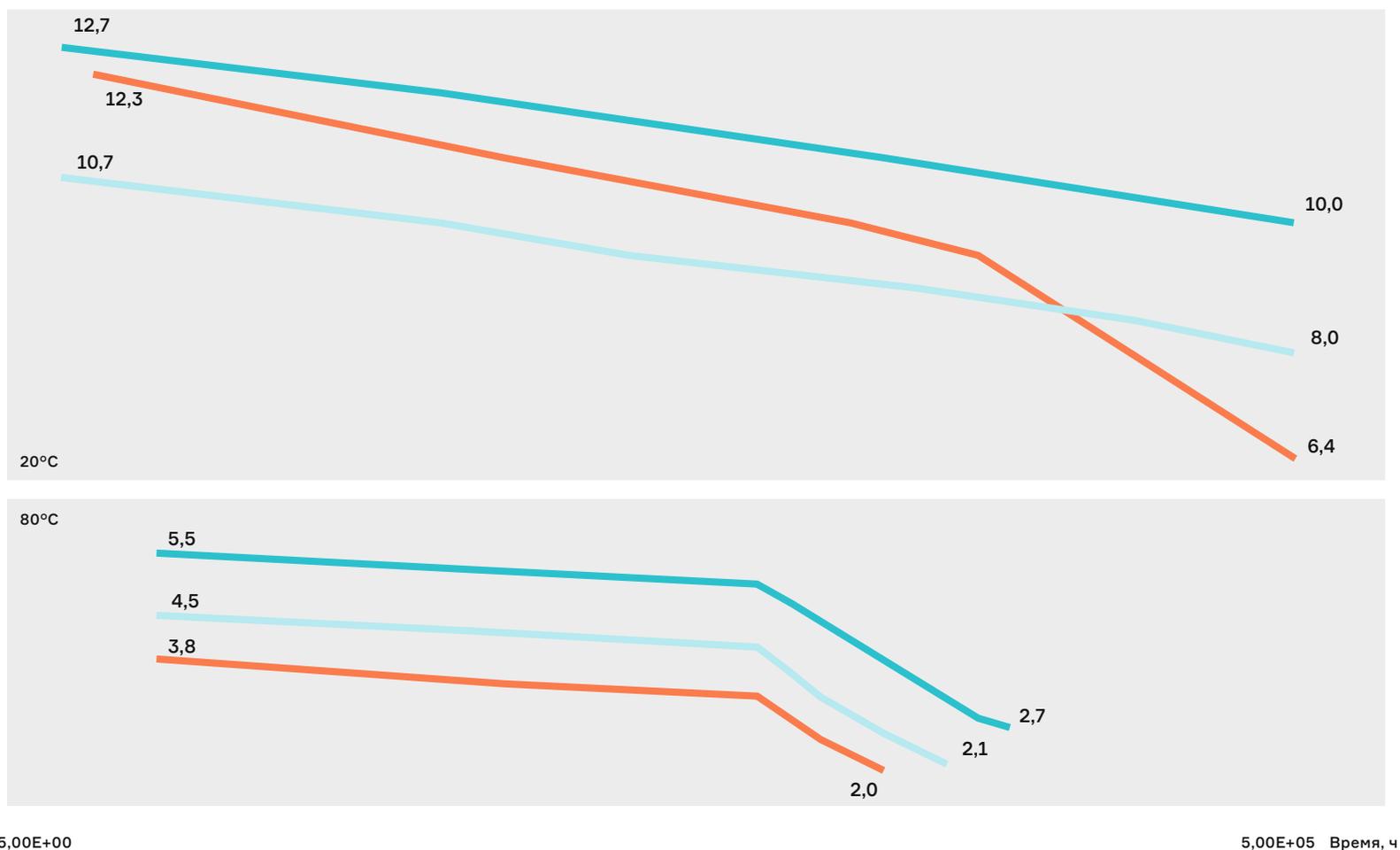
Кривые длительной прочности для ПЭНД различных марок определяют границы его применимости. Для ПЭ80 и ПЭ100 — это изготовление напорных труб для холодного водоснабжения, газоснабжения, водоотведения. Однако такие полиэтилены непригодны для эксплуатации при повышенных температурах (как правило, этот предел составляет порядка +40 °С).

Размягчение при повышении температуры (то есть потеря прочностных свойств) — это фундаментальное свойство практически всех термопластов, связанное с увеличением подвижности

Рис. 8. Эталонные кривые длительной прочности ПЭ63, ПЭ80 и ПЭ100 при 20°C и 80°C

Расчетное напряжение

МПа



■ ПЭ100
(третье поколение)

■ ПЭ80
(второе поколение)

■ ПЭ63
(первое поколение)

Источник: ГОСТ Р 52134-2003, «Группа ПОЛИПЛАСТИК»

полимерных цепей друг относительно друга. Попытки адаптировать полиэтилен для работы с горячей средой привели к созданию двух модификаций: сшитого полиэтилена и полиэтилена повышенной теплостойкости.

В сшитом полиэтилене (обозначается как ПЭ-С или РЕХ) участки молекул полиэтилена связаны друг с другом в поперечном направлении, образуя прочную пространственную структуру наподобие сетки. «Сшивка» молекул происходит во время или после экструзии трубы из исходного ПЭНД. Существует четыре основных технологии получения сшитого полиэтилена, по которым, соответственно, и характеризуют полученный материал: это пероксидная

(материал РЕХ-а), силановая (РЕХ-б), электронная (РЕХ-с) и азотная (РЕХ-д). От обычного ПЭНД сшитый полиэтилен отличается более высокой механической и химической устойчивостью, но главное — повышенная температурная стойкость: трубы из РЕХ способны выдерживать нагрев вплоть до 110 °С. Трубы, изготовленные из сшитого полиэтилена, можно использовать уже как для холодного, так и для горячего водоснабжения. Однако есть некоторые особенности использования и монтажа труб из РЕХ. В отличие от обычного ПЭНД сварка труб из РЕХ требует обязательной последующей сшивки места соединения. Без сшивки такие трубы можно соединять только с помощью специальных фитингов или запрессовкой. Кроме того, сшитый полиэтилен несколько менее устойчив к ультрафиолету, поэтому он нашел применение преимущественно во внутридомовых коммуникациях, а также как компонент в многослойных трубах, например металлопластиковых.

Другой способ повысить температуру эксплуатации труб из полиэтилена — это использование в качестве материала сополимеров полиэтилена, называемого также полиэтиленом повышенной теплостойкости (РЕ-RT). Эта разновидность полиэтилена представляет собой сополимер этилена с линейными альфа-олефинами (бутеном-1, гексеном-1 или октеном-1). Углеводородные ответвления от основной цепочки выполняют роль своего рода сшивки между соседними полимерными цепями, затрудняя их параллельные сдвиги относительно друг друга, но, в отличие от сшитого ПЭ, без химической связи. Такая структура полимера делает его, с одной стороны, термически более стойким, чем обычный полиэтилен, а с другой стороны, обеспечивает возможность сварки его как термопласта без каких-либо последующих дополнительных стадий, как в случае с РЕХ. Температура эксплуатации труб из РЕ-RT, как правило, не превышает 95 °С с возможным кратковременным аварийным режимом 95–110 °С. Это позволяет применять РЕ-RT, наряду с РЕХ, для горячего водоснабжения, но, как правило, только внутридомового, где температура воды не такая высокая, как в магистральных сетях.

ПОЛИПРОПИЛЕН

Полипропилен (ПП) принципиально не отличается от полиэтилена и проявляет все свойства обычного термопласта. Но за счет разветвленной молекулярной цепи ПП трубы из него более жесткие, чем из ПЭ, и в среднем более теплостойкие. Большая твердость, с одной стороны, положительный фактор, например, при производстве безнапорных канализационных труб (где от трубы требуется противостоять большому давлению массы грунта при глубокой закладке); с другой стороны, она не позволяет сворачивать трубы небольшого диаметра в бухты, как это можно делать с трубами из полиэтилена, что усложняет транспортировку. В трубном производстве применяют несколько марок полипропилена: это РР-Н (гомополимер), РР-В (блоксополимер) и РР-Р (статистический, или рандом-сополимер пропилена с этиленом). Кроме этого, ПП широко используется в композитных пластиковых трубах и фитингах.

В целом полипропилен в нашей стране в трубной сфере нашел применение в основном для внутридомовой разводки холодной и горячей воды, а собственно в сфере городского ЖКХ используется не так широко, как полиэтилен.

ПОЛИВИНИЛХЛОРИД

Поливинилхлорид (ПВХ или PVC) в мировой промышленности, наверное, такой же по значимости полимер, как и полиэтилен. Исторически ПВХ стал первым материалом, из которого начали массово делать пластиковые трубы. Первые образцы напорных труб из ПВХ были произведены в 1934 году в Германии, и с этого момента их начали широко применять в сфере водоснабжения. В начале 1990-х годов установленные более пятидесяти лет назад ПВХ трубы были извлечены и подвергнуты обследованию. Оказалось, что их физические параметры, в том числе прочность, находятся в соответствии с первоначальными оценками, и что данные трубы могут и дальше находится в эксплуатации. Поэтому, оценки срока службы ряда пластиковых труб в 100 и более лет имеют под собой практическую и теоретическую основу.

Сегодня основная область применения труб из ПВХ — холодное водоснабжение и водоотведение. Существующие материалы из ПВХ делятся на следующие классы.

Непластифицированный ПВХ (PVC-U или НПВХ) — основной вид поливинилхлорида, в том числе для напорного холодного водоснабжения. НПВХ — прочный, твердый и химически стойкий материал, однако из-за низкой температурной стойкости (не больше 60 °С) не подходит для горячего водоснабжения. Этого недостатка отчасти лишен хлорированный поливинилхлорид (PVC-Сили ХПВХ). Он уже пригоден для использования с горячей водой, однако верхняя температурная граница транспортируемой среды составляет порядка 80 °С. Это ограничивает ХПВХ сферой только внутридомовых теплопроводов.

Улучшенный добавками ХПВХ называется модифицированным ПВХ (PVC-M). Благодаря использованию специальных аддитивов он обладает более высокими прочностными характеристиками и стойкостью к деградации. Следующей стадией развития поливинилхлорида стал структурно-ориентированный ПВХ (PVC-O), в котором полимерным молекулам изначально аморфного ПВХ задается специфическое направление, вдоль которого материал приобретает улучшенные прочностные характеристики. Такие виды ПВХ, как PVC-M и PVC-O позволяют добиться лучших эксплуатационных характеристик для труб по сравнению с аналогичными по размерам трубами из обычного ПВХ. Или же, за счет высокой прочности, позволяют сэкономить на количестве полимера, необходимого для производства такой же по прочностным параметрам трубы.

Одним из основных преимуществ ПВХ как материала для изготовления труб является его стоимость — он дешевле всех прочих полимеров, применяемых для производства труб. Однако исторически в России — в отличие от развитых стран — роль ПВХ в качестве трубного материала невысока (отчасти, видимо, из-за его

системного дефицита): так, в 2014 году на производство труб пошло, по разным данным, от 3% до 10% всего внутреннего потребления этого полимера.

ПРОЧИЕ МАТЕРИАЛЫ

К полимерным материалам, из которых делают трубы, стоит также отнести смолы (чаще всего полиэфирные), армированные стеклокомпозитом (целый класс под названием GRP). Надо отметить, что такие полимеры уже относятся к классу реактопластов, в отличие от классических термопластов (полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида). Трубы из композитных материалов, легкие и прочные, устойчивы к высокой температуре (+175 °С и кратковременно до +350 °С), абразивным и агрессивным средам. Они применяются для сетей канализации и как продуктопроводы на промышленных производствах, поэтому изготавливаются, как правило, среднего и большого диаметра. Ключевыми недостатками, сдерживающими их применение, является цена, практически полное отсутствие гибкости и гидрофильность, поэтому они используются для решения достаточно специализированных задач.

Отдельно стоит упомянуть полибутен (PB), некоторое время назад популярный материал для производства полимерных труб в Северной Америке. Будучи дешевым и обладая хорошими прочностными свойствами, он завоевал большую популярность в качестве материала для труб, фитингов и запорной арматуры для внутридомовых коммуникаций. Однако по прошествии нескольких лет в домах с коммуникациями, сделанными из полибутена, стали массово происходить аварии с затоплением. Причиной стало разрушение труб и фитингов из-за химической деградации материала под действием хлора, содержащегося в водопроводной воде. В настоящее время полибутен запрещен в качестве материала для производства водонапорных труб в США и Канаде, что, однако, не мешает компаниям-производителям поставлять полибутеновые трубы за пределы этих государств.

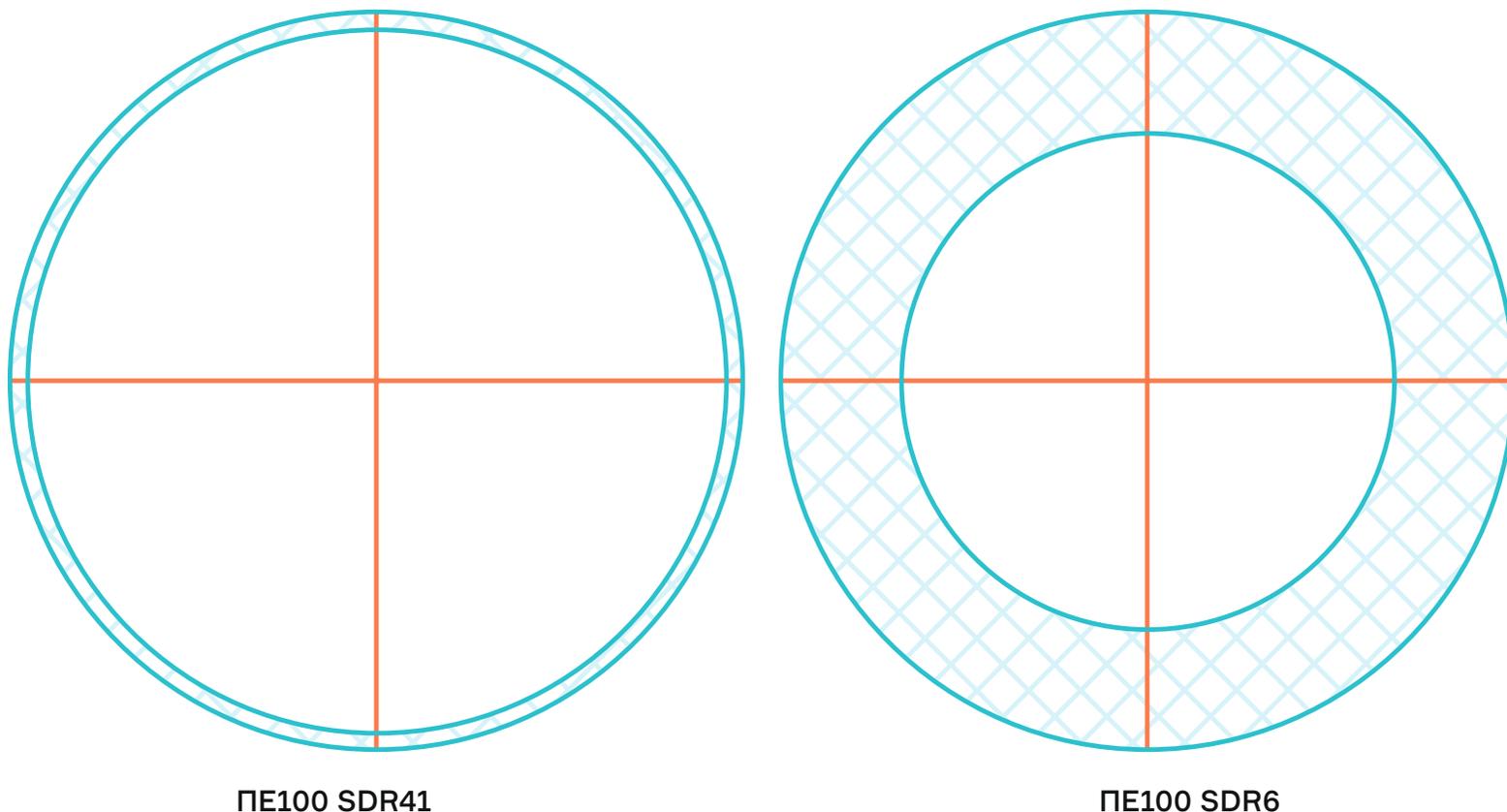
ХАРАКТЕРИСТИКИ И КОНСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

Полимерные материалы за счет многообразия своих свойств могут практически полностью покрыть потребности ЖКХ в трубах. Исключение могут составить разве что магистральные трубопроводы горячего водо- и теплоснабжения, где применяются высокие давления и температуры, лежащие далеко за пределами температурных пределов для самых современных видов полимеров.

Рассмотрим основные параметры полимерных труб и сферы их применения.

Один из главных параметров любой трубы — ее диаметр. Пластиковые трубы принято классифицировать по внешнему диаметру. Если для металлических труб, особенно большого сечения, разность внешнего и внутреннего диаметров сравнительно мала,

Рис. 9. Основные характеристики геометрии пластиковых труб



$$\text{SDR} = \frac{\text{Наружный диаметр трубы}}{\text{Толщина стенки трубы}}$$

$$\text{MOP} = \frac{2\text{MRS}}{C(\text{SDR}-1)} C_t$$

Источник: ГОСТ Р 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена»

то для полимерных, в силу меньшей прочности пластика, толщина стенки может составлять весьма заметную долю. Характеристикой этой доли служит величина SDR — стандартное размерное соотношение, равное отношению внешнего диаметра трубы к толщине ее стенки. Чем больше значение SDR, тем тоньше стенка у труб с одним и тем же внешним диаметром (см. Рис. 9).

Величины SDR и описанная выше MRS (минимальная длительная прочность) связаны с величиной MOP — максимальным рабочим давлением в трубопроводе. По простым соотношениям, устанавливаемых в нормативных документах (например, ГОСТ Р 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена»), можно рассчитать, какой должна быть толщина стенок трубы при заданном рабочем давлении жидкости и выбранной марке полимера. Естественно, что чем больше прочность материала, тем тоньше можно делать стенку трубы,

сохраняя заданное рабочее давление, и тем самым затрачивать меньшую массу полимера на производство погонного метра трубопровода (см. Рис. 10 и Табл. 1).

Как уже упоминалось ранее, трубы делятся на те, которые рассчитаны на работу под давлением (напорные трубы), и те, в которых жидкость перемещается под действием собственной силы тяжести — например, самотечные канализационные коллекторы или ливневые системы.

Напорные трубы изготавливаются, согласно российским нормативным документам, из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида и композитных материалов. Диаметр напорных труб принимает значения от 10 до 1600 мм с размерным соотношением SDR от 6 до 41. Трубы из полиэтилена диаметром до 180 мм допустимо сворачивать в бухты и катушки, а трубы большего диаметра или из жестких полимеров допускается перевозить только в виде прямых отрезков. Полиэтиленовые и полипропиленовые трубы соединяются друг с другом сваркой встык или с помощью специальных муфт с закладным нагревательным элементом. Вообще, от сварки труб в большой степени зависит качество и надежность трубопровода. Большая часть аварий связана с нарушением технологии сварки, которая для труб больших диаметров представляет довольно непростую задачу. Трубы из ПВХ, как правило, состыкуются раструбным соединением, но могут и склеиваться между

Рис. 10. Зависимость максимального рабочего давления от геометрии трубы

$$MOP = \frac{2MRS}{C(SDR-1)} C_t$$

C — коэффициент запаса прочности
C_t — коэффициент снижения давления в зависимости от температуры эксплуатации

Источник: ГОСТ Р 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена»

Табл. 1. Иллюстративная зависимость максимального допустимого давления при эксплуатации (MOP) от SDR

SDR 6	SDR 7,4	SDR 9	SDR 11	SDR 13,6	SDR 17	SDR 17,6	SDR21	SDR 26	SDR 33	SDR 41
25 атм	20 атм	16 атм	12 атм	10 атм	8 атм	7 атм	6 атм	5 атм	4 атм	4 атм

Источник: ГОСТ Р 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена»

собой. С помощью раструба соединяются также трубы из композитных материалов, которые помимо раструба могут быть выполнены с фланцевыми окончаниями. Еще одним вариантом состыковки безнапорных полимерных труб, в основном среднего и большого диаметра, служит резьбовое сочленение.

Отдельно стоит упомянуть многослойные трубы, среди которых находятся популярные в ряде сфер металлопластиковые трубы. Идея многослойных труб состоит в сочетании лучших качеств разных материалов, которые по отдельности не могут эффективно справляться с поставленной задачей. Например, трубы из термопластов часто армируются слоем алюминия или стекловолокна. Делается это по целому ряду соображений. Во-первых, ПЭ и ПП проницаемы для молекул кислорода. Это значит, что со временем жидкость, протекающая через такие трубы, будет насыщаться кислородом, а это крайне нежелательно для горячего водоснабжения, потому что приводит к коррозии контактирующих с водой элементов котельного оборудования. Остановить диффузию кислорода сквозь полимерные стенки трубы помогает слой алюминиевой фольги. Помимо этого он препятствует сильному термическому удлинению трубы при нагреве, что может вызвать искривления и нежелательные внутренние напряжения в конструкции водопроводов. На внешнюю часть трубы может наноситься покрытие, защищающее трубу от ультрафиолета или механического воздействия. Кроме того, трубы могут быть помещены

Табл. 2. Сферы применения полимерных труб из различных материалов

СФЕРАПРИМЕНЕНИЯ	МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ	ДИАПАЗОН ДИАМЕТРОВ, ММ
Холодное водоснабжение	Гладкие напорные трубы из PE, PVC, PP	20–1600
Горячее водоснабжение	Гладкие напорные трубы из PEX, PE-RT, PP армированные и в теплоизоляции	16–160
Теплоснабжение	Гладкие напорные трубы из PEX, PE-RT, PP армированные и в теплоизоляции	25–160
Водоотведение	Напорная канализация — гладкие PE, PP, PVC, GRP Самотечная канализация, ливневые стоки — гофрированные PE, PP, PVC	110–3000
Газоснабжение	Гладкие напорные трубы из PE	20–630
Кабельные каналы	Гладкие и гофрированные PE, PP, PVC	20–300+

в теплоизолирующую оболочку, например из пенополиуретана. В одну общую оболочку может быть заключено до четырех труб. Если труба состоит из нескольких слоев, включающих полимеры и другие материалы, то на трубу, как правило, наносится соответствующая маркировка. К примеру, маркировка PE-RT/AL/PE-X обозначает трехслойную металлопластиковую трубу, с внутренним слоем из полиэтилена PE-RT, слоем алюминиевой фольги и наружным слоем из сшитого полиэтилена PEX.

Напорные трубы для жидкостей или газа представляют собой пустотелый цилиндр — такая форма естественно продиктована необходимостью сдерживать давление среды, действующей изнутри равномерно на все стенки. Трубы же для безнапорных систем должны больше противостоять внешнему, как правило, неравномерному давлению. Например, трубы большого диаметра для самоточной канализации закапываются достаточно глубоко под землю, поэтому материал трубы должен выдерживать давление грунта, сжимающего трубу в вертикальном направлении, а также горизонтальные подвижки грунта. Поэтому для максимальной прочности и в тоже время для снижения количества материала на выпуск погонного метра трубопровода такие трубы делают со сложным профилем стенки — гофрированными или спирально-витыми. Такая структура обеспечивает необходимый запас прочности и минимизирует массу используемых при экструзии материалов — для труб больших диаметров (вплоть до 2400 мм и более) масса погонного метра уже становится весьма ощутимой. Сочленение труб выполняется с помощью раструба, резьбового соединения с последующей герметизацией стыков или специальными обжимными лентами и муфтами с закладным электронагревателем. Основной областью применения гофрированных труб из ПЭ и ПП служит самоточная канализация и отведение ливневых стоков. Также они используются в системах орошения или дренажа, для чего труба может быть перфорирована.

Сводная информация по сферам применения различных полимерных труб приведена в Табл. 2.

СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТРУБ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Полимерные материалы, которые все активнее применяются в трубном производстве для нужд жилищно-коммунального хозяйства, позволяют преодолеть многие типичные проблемы, присущие традиционным материалам. Общее представление о преимуществах полимерных труб дает Табл. 3.

Разумеется, выбор в пользу полимерных материалов для трубопроводов не может делаться исходя только из качественного представления об их преимуществах. Сфера ЖКХ — это абсолютно равноправная часть рыночной экономики, а потому обоснования такого выбора лежат исключительно в сфере традиционного инвестиционного анализа. Это означает, что выбор в пользу тех или иных материалов в конкретных условиях определяется минимумом совокупности всех издержек за ожидаемый период эксплуатации объекта. Таким образом, важна оценка полной стоимости жизненного цикла (*whole-life costs, WLC*) трубопроводных систем в ЖКХ. Большие первоначальные капитальные затраты могут компенсироваться низкой эксплуатационной стоимостью, которая при больших сроках

Табл. 3. Основные качественные преимущества полимерных (полиэтиленовых) труб

ГРУППА КРИТЕРИЕВ	ПРЕИМУЩЕСТВА
Устойчивость	<p>Высочайшая коррозионная и химическая стойкость</p> <p>Не подвержены действию блуждающих токов</p> <p>Высокая абразивная стойкость</p>
Климатическая устойчивость	<p>Высокая морозостойкость (температура хрупкости современных трубных марок ПЭ, определенная по стандартным методикам, составляет около $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$)</p> <p>После оттаивания транспортируемой среды полностью восстанавливают работоспособность</p>
Удобство монтажа и ремонта	<p>Малый вес по сравнению с трубами из стали, чугуна, бетона и т. д., существенно облегчающий транспортировку и монтаж (Во многих случаях — при строительстве трубопроводов малых диаметров — отпадает необходимость в грузоподъемной технике)</p> <p>Трубы диаметром до 110 мм, как правило, поставляются длинномерными отрезками в бухтах, стандартная длина бухт — до 200 м (Это удешевляет транспортировку, а меньшее количество сварных соединений — повышает общую надежность системы)</p> <p>Отсутствие расходов на нанесение, контроль и поддержание антикоррозионных покрытий, отсутствие необходимости в катодной защите</p> <p>Технологичность монтажа (Современные методы сварки ПЭ-труб с применением сварочного оборудования высокой степени автоматизации обеспечивают полную герметичность, высокую прочность и надежность соединений)</p> <p>Высокая прочность в сочетании с гибкостью, позволяющей во многих случаях проходить повороты трассы изгибом трубы, без применения фасонных деталей</p>
Эксплуатационные показатели	<p>Высокая ремонтпригодность (Современный ассортимент фасонных и соединительных деталей позволяет быстро вырезать и заменить поврежденный участок трубопровода, что особенно актуально для газопроводов — ремонт и врезка с применением муфтовой сварки осуществляются без огневых работ; возможность врезок в газо- и водопроводы под давлением — не всегда под полным, но, во всяком случае, без отключения трубопровода)</p> <p>Сохранение работоспособности при подвижках грунта (Анализ разрушений трубопроводов при катастрофических землетрясениях показывает, что ПЭ-трубопроводы намного более устойчивы к сейсмическим воздействиям по сравнению с трубами из стали, чугуна, бетона и других материалов)</p> <p>Прекрасные гидравлические характеристики за счет гладкой внутренней поверхности, причем со временем эти характеристики не ухудшаются (Снижение энергозатрат на транспортировку жидкости по трубам; возможность применения труб меньшего диаметра)</p> <p>Благодаря низкой адгезии ПЭ-трубы не подвержены зарастанию (Стабильность гидравлических характеристик во времени, гигиеническая чистота — на внутренней поверхности труб не образуется среда для развития микроорганизмов)</p>

Источник: анализ RUPEC

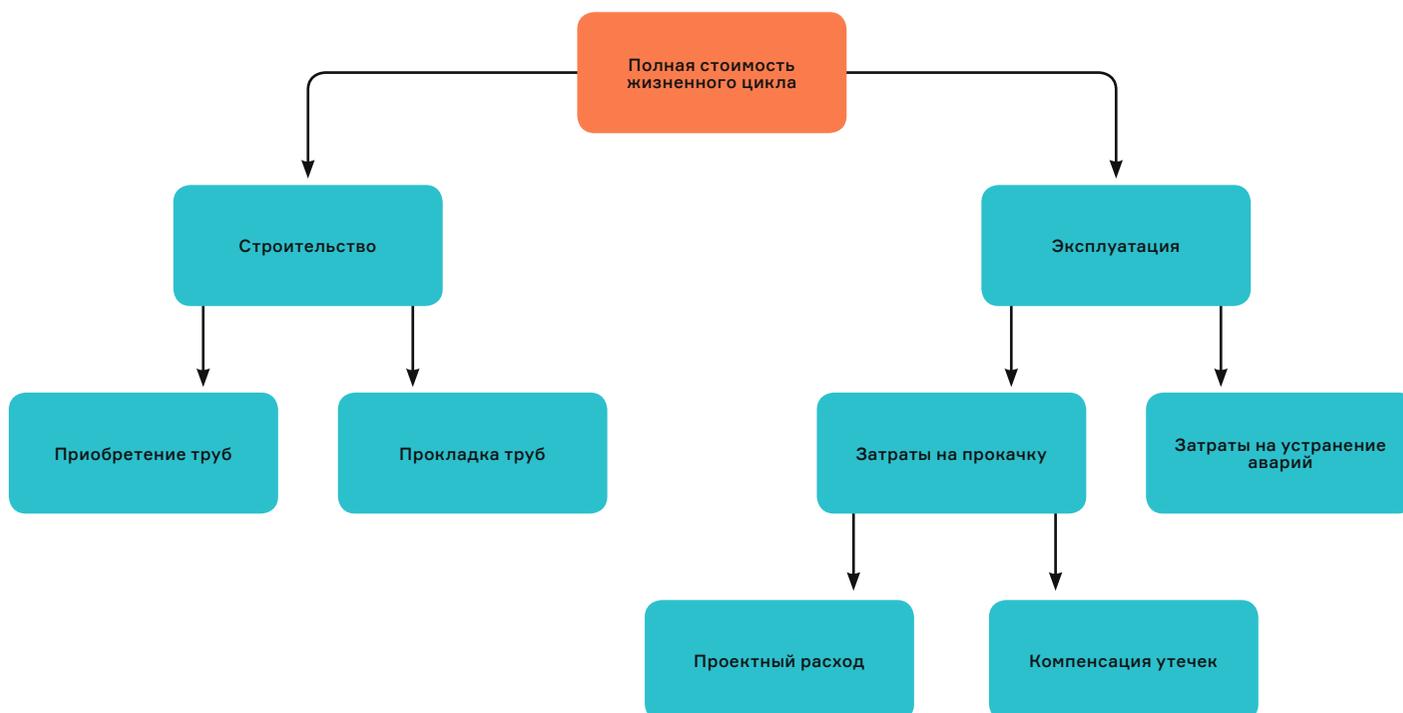
службы системы сделает ее в целом выгоднее, чем более дешевая в строительстве, но дорогая в использовании система. Принцип «скупой платит дважды» здесь справедлив, как нигде.

Сразу стоит отметить один важный факт. Анализ большого количества как российских, так и зарубежных исследований, касающихся оценки стоимости жизненного цикла различных трубопроводных систем, показывает, что получаемые результаты очень

сильно зависят от тех исходных условий и приближений, которые закладываются в ту или иную модель. Причем любой расчет в большей или меньшей степени содержит неопределенные исходные данные, и авторы преодолевают эти неопределенности часто очень изобретательно, но всегда по-разному. Отсюда следует, что для единообразия выводов, по крайней мере для российской отрасли полимерных труб, важно разработать стандартную методику подобных расчетов. Это позволит уйти от непродуктивных дискуссий и сравнения несравнимого. Проблема тут заключается в том (и мы с ней столкнулись), что для построения корректной расчетной модели требуется достаточно обширная и опять-таки методологически однородная статистика, в частности по аварийности на трубопроводных системах из различных материалов с различными диаметрами. Иными словами, это то направление работы, на которое стоит обратить внимание компаниям и общественным организациям из трубной отрасли.

Здесь мы предлагаем достаточно простую и наглядную методику расчета стоимости жизненных циклов трубопроводных систем из различных материалов на примере некоего участка водопроводов различных диаметров (от 100 до 1000 мм с шагом в 100 мм) для трех наиболее распространенных материалов: стали, высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) и полиэтилена

Рис. 11. Факторная структура расчетной модели стоимости жизненного цикла



(ПЭ100). Мы предполагаем, что все расчеты и исходные предположения применяются к абстрактным участкам труб соответствующих диаметров протяженностью 1 км, заложенных в одинаковых условиях при одинаковой скорости потока. WLC будет рассчитываться для срока в 50 лет, который является нормативным для трубы из полиэтилена и ВЧШГ. Нормативный срок эксплуатации стальных труб мы принимаем равным 30 годам. Дефляторы для таких показателей, как стоимость электроэнергии (они принята равной 3,2 руб./кВт•ч) и стоимость монтажа, не использовались.

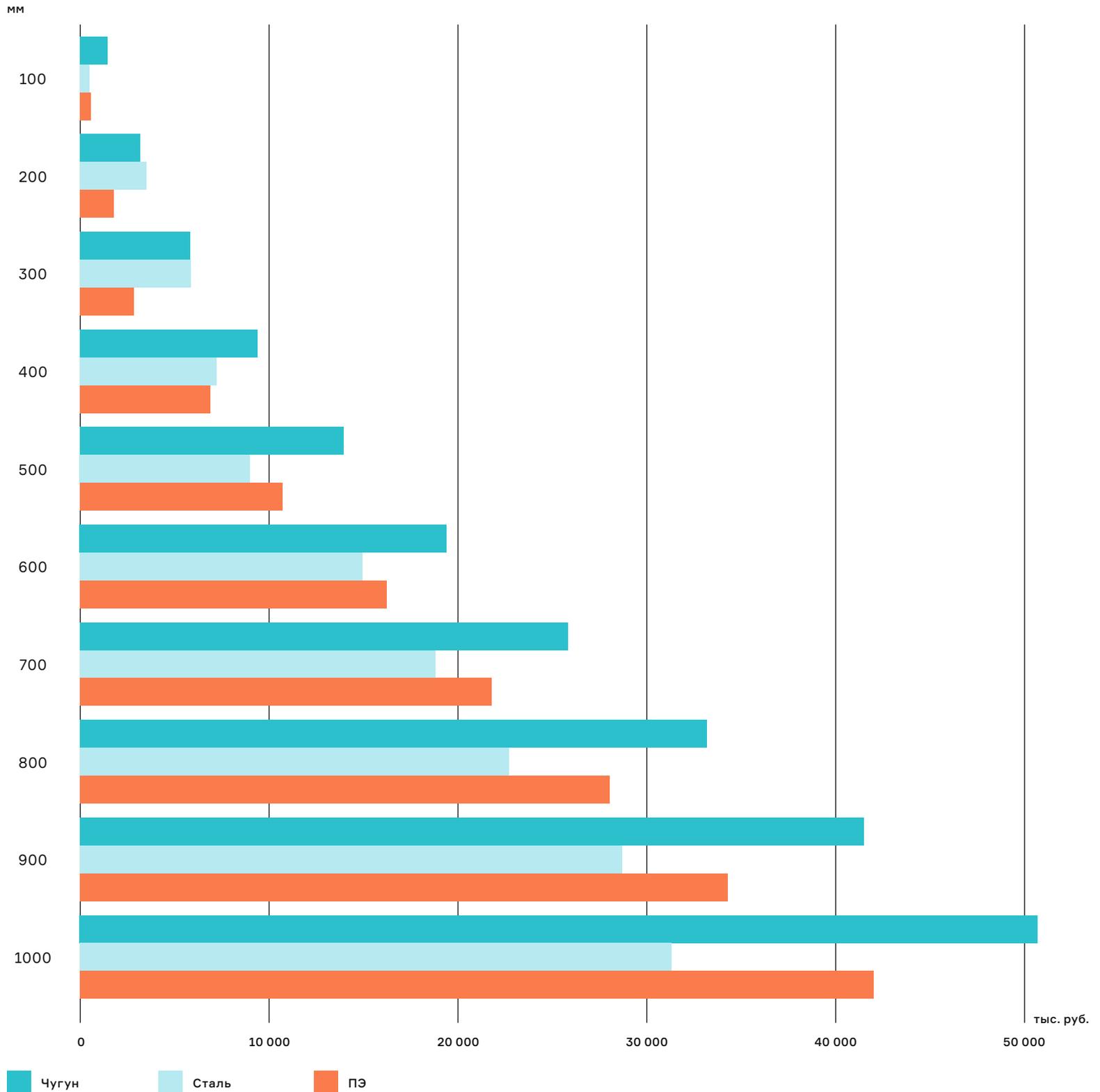
Итак, в данном случае в полную стоимость жизненного цикла трубы в оговоренных условиях мы будем включать затраты на приобретение собственно трубы, затраты на ее прокладку, затраты на прокачку воды по трубам (то есть затраты на электроэнергию для питания приводов насосов), затраты, связанные с потерями воды из-за утечек (в форме дополнительной нагрузки на насосы), а также затраты, связанные с авариями (разрывами с временным выбытием из эксплуатации) и их устранением (см. Рис. 11).

МАТЕРИАЛЫ

В модели мы использовали стоимости для ассортимента труб, представленных в столичном регионе летом 2015 года: круглые электросварные стальные трубы в изоляции, раструбные трубы из ВЧШГ с соединением типа Tyton и полиэтиленовые трубы ПЭ100 SDR17. В случае с ВЧШГ есть определенные сложности, связанные с тем, что трубы больших диаметров из этого материала не производятся в России. Однако анализ цен различных поставщиков позволяет утверждать, что конечная цена реализации труб из ВЧШГ почти идеально коррелирует с диаметром посредством квадратичной зависимости. Поэтому использованные в расчете цены получены корректной аппроксимацией тех данных конкретного потребителя, которые относятся к общей выборке для всех других анализируемых материалов.

Стальные трубы, за исключением малых диаметров, имеют самую низкую стоимость (см. Рис. 12). Для больших диаметров чугунные трубы оказываются самыми дорогими. Нужно отметить, что стоимость труб может существенно меняться в зависимости от условий доставки, как изменяя общую стоимость материалов, так и делая выгодными определенные диаметры или материалы. Отличается и формат труб, доставляемых потребителю. Чугунные раструбные трубы поставляются в виде отрезков по 6 м, стальные — в отрезках по 12 м, а ПЭ — в отрезках по 12 м и бухтах для диаметров до 110 мм. При доставке труб разного диаметра возможна экономия удельных транспортных расходов, в том числе за счет укладки типа «труба в трубе». Масса погонного метра труб, которая влияет на транспортные расходы, для стальных и полиэтиленовых труб зависит от толщины стенки, которая может отличаться в зависимости от назначения трубы. Однако ПЭ-трубы все равно имеют самую маленькую приведенную массу. Например, для диаметра 500 мм масса погонного метра трубы ВЧШГ составляет 130 кг, стальной с толщиной стенки 8 мм — 100 кг, а ПЭ SDR 17 — лишь 60 кг.

Рис. 12. Стоимость труб из различных материалов для различных диаметров



ПРОКЛАДКА И МОНТАЖ

Стоимость монтажа трубопровода зависит от выбранного вида прокладки, особенно в районе городской застройки. Существенную экономию можно получить от бестраншейных методов прокладки, особенно по методу «труба в трубе». Но чтобы сравнить трубы из разных материалов и диаметров в относительно одинаковых условиях, в модель была заложена стоимость прокладки трубопровода в открытой траншее на глубине 3 м, поскольку глубина промерзания грунта может превышать 2 м. Значения затрат были взяты из укрупненных нормативов цены строительства сетей водоснабжения и канализации (НЦС 81-02-14-2014, часть 14).

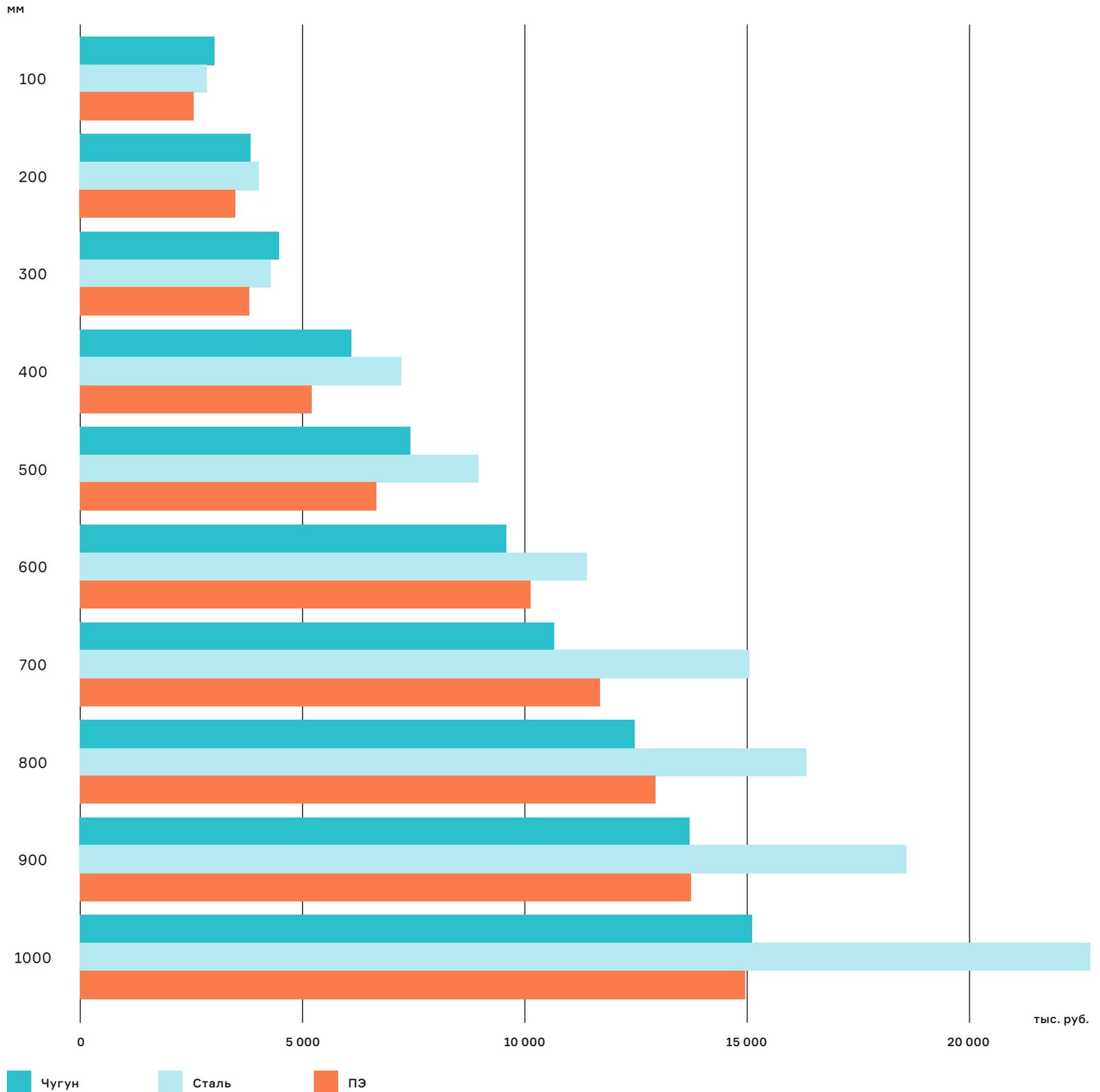
Стальные трубы практически для всех диаметров оказываются самыми дорогими в укладке, что связано с электросварочными работами. Чугунные трубы и ПЭ-трубы обладают своими достоинствами и недостатками в укладке. Трубопровод из ВЧШГ за счет простого раструбного соединения не требует для укладки высокой квалификации монтажников, однако трудоемок из-за большего количества стыков и большой массы труб при больших диаметрах. Намного более легкие ПЭ-трубы, в свою очередь, проще укладывать, но их соединение требует высокой квалификации монтажников. В итоге получается, что трубы из ВЧШГ оказываются дороже в прокладке для небольших и средних диаметров, но сравниваются с трубами из ПЭ для больших диаметров (см. Рис. 13).

ЗАТРАТЫ НА ПРОКАЧКУ ВОДЫ

Для доставки воды потребителям в подавляющем большинстве случаев насосы водонапорных станций должны прокачивать необходимый объем воды с определенной скоростью через всю водопроводную сеть. При движении потока воды происходит трение жидкости о внутренние стенки трубопровода. Величина этого трения и, как следствие, потери в энергии зависят от скорости потока, внутреннего диаметра и шероховатости стенок трубы. Зависимость потерь на трение существенно не линейна от этих параметров, поэтому существуют некие эмпирически определенные оптимальные параметры гидродинамического режима для каждого материала и диаметра.

С ростом скорости потока жидкости в трубе дополнительный напор и, как следствие, затраты на электроэнергию для питания насосов сильно возрастают. Растет и давление в сети, что повышает аварийность и снижает срок службы трубопровода. Поэтому именно экономический принцип лежит в основе выбора нужного размера и типа трубы для удовлетворения текущих и перспективных потребностей в водоснабжении. Трубы большого диаметра выгоднее использовать, потому что они дают меньшие затраты энергии на прокачку, особенно на длительных сроках службы. С другой стороны, с ростом диаметра растет стоимость материалов и прокладки. Минимум суммы этих двух разнонаправленных вкладов определяет наиболее выгодный диаметр при данных условиях эксплуатации. Помимо этого, нужно учитывать и другие ограничения. Слишком низкая скорость потока приводит к накоплению осадка,

Рис. 13. Стоимость прокладки труб из различных материалов для различных диаметров



что характерно для плохо очищенной воды и больших диаметров, особенно при отрицательных уклонах. Высокая скорость, наоборот, может приводить к абразивному износу стенок и высоким затратам электроэнергии. Поэтому для сетей водоснабжения, как правило, наиболее эффективная скорость потока лежит в диапазоне 0,7–1,5 м/с. В трубопроводах малых диаметров она меньше, в то время как для широких магистральных сетей допустимы большие скорости. В нашей расчетной модели мы приняли скорость потока, равную 1 м/с, для трубопроводов всех диаметров из всех материалов. Хотя это и увеличило долю энергопотерь для труб малого диаметра, такой подход демонстрирует важность правильного выбора условий эксплуатации водопроводных сетей, особенно при сравнении эффективности разных материалов.

При выбранных условиях затраты на электроэнергию за 50 лет составили величину, сравнимую со стоимостью материалов и прокладки для малых диаметров, в то время как для больших размеров труб эта величина уже не столь существенна. Вместе с тем зоной неопределенности здесь является эволюция гидродинамического режима за весь период жизненного цикла трубопроводов. Например, если водопроводная сеть спроектирована без учета возможного роста водопотребления, то даже незначительное увеличение потребности в воде резко повысит энергопотребление, сделает транспортировку невыгодной и потребует капитальных вложений в увеличение пропускной способности сети. В использованной модели мы предполагали, что расход воды, проходящий через рассматриваемые нами участки трубопроводов, постоянен на протяжении всего жизненного цикла.

В аспекте энергозатрат на преодоление внутреннего трения выбор материала, из которого изготовлен трубопровод, оказывается очень важен. Стальные и чугунные трубы имеют большую шероховатость внутренних стенок, что повышает затраты на прокачку. Более важно, однако, поведение материала на больших отрезках времени. Металлические стенки подвержены коррозии, особенно при плохой водоподготовке, когда агрессивная среда способствует разрушению стенок и росту на них отложений. В результате увеличивается шероховатость и уменьшается эффективный диаметр трубопровода, что радикально снижает пропускную способность сети, особенно на малых диаметрах. В результате затраты электроэнергии на прокачку могут увеличиться в 1,5–2 раза, а естественное повышение давления приведет к росту числа аварий и протечек. Этих недостатков лишены трубопроводы из полиэтилена, внутренняя поверхность которых не подвержена зарастанию и увеличению шероховатости. Поэтому разница в затратах электроэнергии на прокачку для новых труб, которая для ПЭ меньше приблизительно в два раза, со временем будет только увеличиваться.

Еще одной важной составляющей расходов на прокачку воды является компенсация утечек. В данном случае под утечкой мы понимаем неаварийные потери воды в системе, возникающие из-за дефектов стыков, коррозии стенок, трещин и разломов в связи с подвижностью грунта и т. п. Разница между объемом закачанной в систему воды и объемом, дошедшим до потребителя, может

быть очень существенной и доходить до 30% (см. выше). Таким образом, при эксплуатации системы нужно на соответствующую величину увеличивать входной объем воды и, как следствие, расходы на работу насосов.

К сожалению, отечественной статистики относительно вероятности возникновения утечек для различных материалов и диаметров на длительном сроке наблюдения не существует. Для своих расчетов мы использовали значения, приводимые в иностранных источниках.

Выбор материала трубы в этом аспекте также оказывается очень важным. Так, наибольшей вероятностью возникновения утечек отличается сталь в связи с самой низкой коррозионной стойкостью. Наименьшая вероятность из трех рассматриваемых нами материалов характерна для ВЧШГ, но сопоставима с вероятностью для труб из полиэтилена.

Стоит сделать оговорку, что в нашей модели WLC мы не учитывали в качестве компонента затрат собственно стоимость потерянной из-за утечек воды. С одной стороны, это достаточно существенно занижает совокупные расходы, но с другой, позволят симулировать такую ситуацию, при которой собственник товара (воды) не является эксплуатантом трубопроводной системы, а потому потери товара (воды) не являются компонентом издержек.

Совокупные расходы на электроэнергию для прокачки воды по модельным участкам трубопроводов за 50 лет с учетом компенсации утечек показаны на Рис. 14.

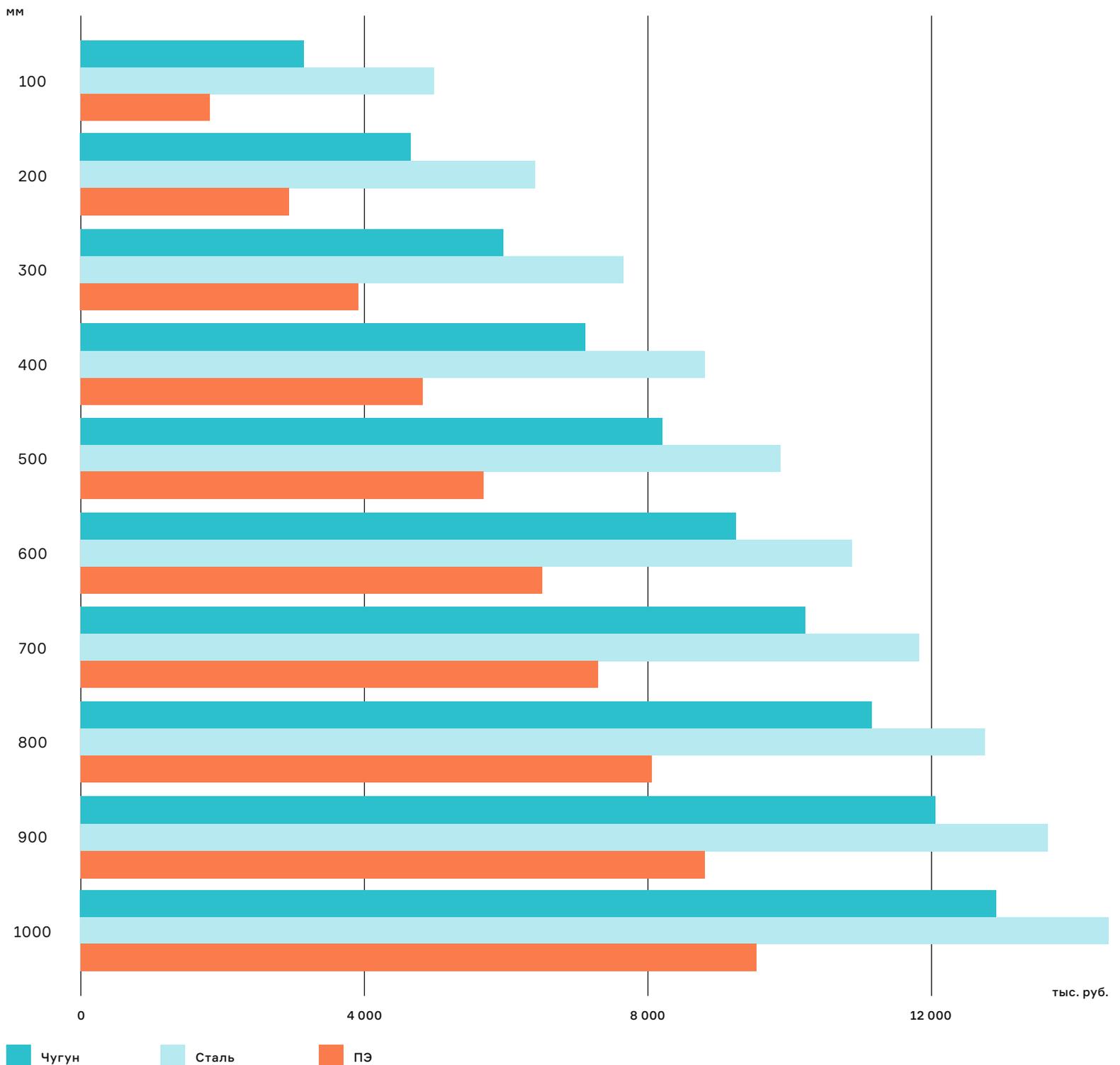
ЗАТРАТЫ ПО АВАРИЙНОСТИ

Под термином «авария» для целей нашей модели мы подразумеваем такое повреждение сети, в результате которого становится невозможным снабжение потребителей водой через данный участок.

Поскольку трубопроводы по большей части проложены под землей, то для устранения аварии необходима раскопка данного участка сети, что в городских условиях сопряжено с немалыми трудностями. Близость других коммуникаций, транспортная загруженность, несанкционированная застройка удорожают и увеличивают время на устранение возникшей аварии. Законодательством установлены нормы по времени устранения аварий, а первостепенной задачей аварийной бригады является восстановление водоснабжения потребителей. По возможности водоснабжение переключается на дублирующий участок, а при отсутствии такой возможности строится временная перемычка в обход поврежденного участка, по которому пускается поток воды на время ремонта. Все это требует привлечения больших человеческих ресурсов и техники, из-за чего стоимость устранения аварии в целом не сильно зависит от размера трубы или материала, из которого она сделана. Поэтому для расчетов стоимость устранения одной аварии мы приняли постоянной для всех диаметров и материалов на основании имеющегося опыта эксплуатирующих организаций в крупных городах России.

Существенно более сложной проблемой является оценка вероятности возникновения аварии для различных типов труб, тем более что соответствующих статистических наработок в России

Рис. 14. Полная стоимость прокачки воды в трубопроводах из различных материалов для различных диаметров с учетом компенсации утечек по объему прокачки



фактически нет. Дело в том, что аварийность зависит сразу от нескольких факторов. Основные среди них— материал, из которого сделана труба, ее диаметр и возраст.

В оценке средней аварийности сетей, выполненных из разных материалов, существуют большие различия. В разных странах отличаются климатические условия, типы почв, состав воды, используемые материалы, возраст проложенных сетей и условия их эксплуатации. Все это приводит к тому, что имеющиеся статистические данные для средней аварийности отличаются порой на порядок. Тем не менее можно выделить некоторые закономерности.

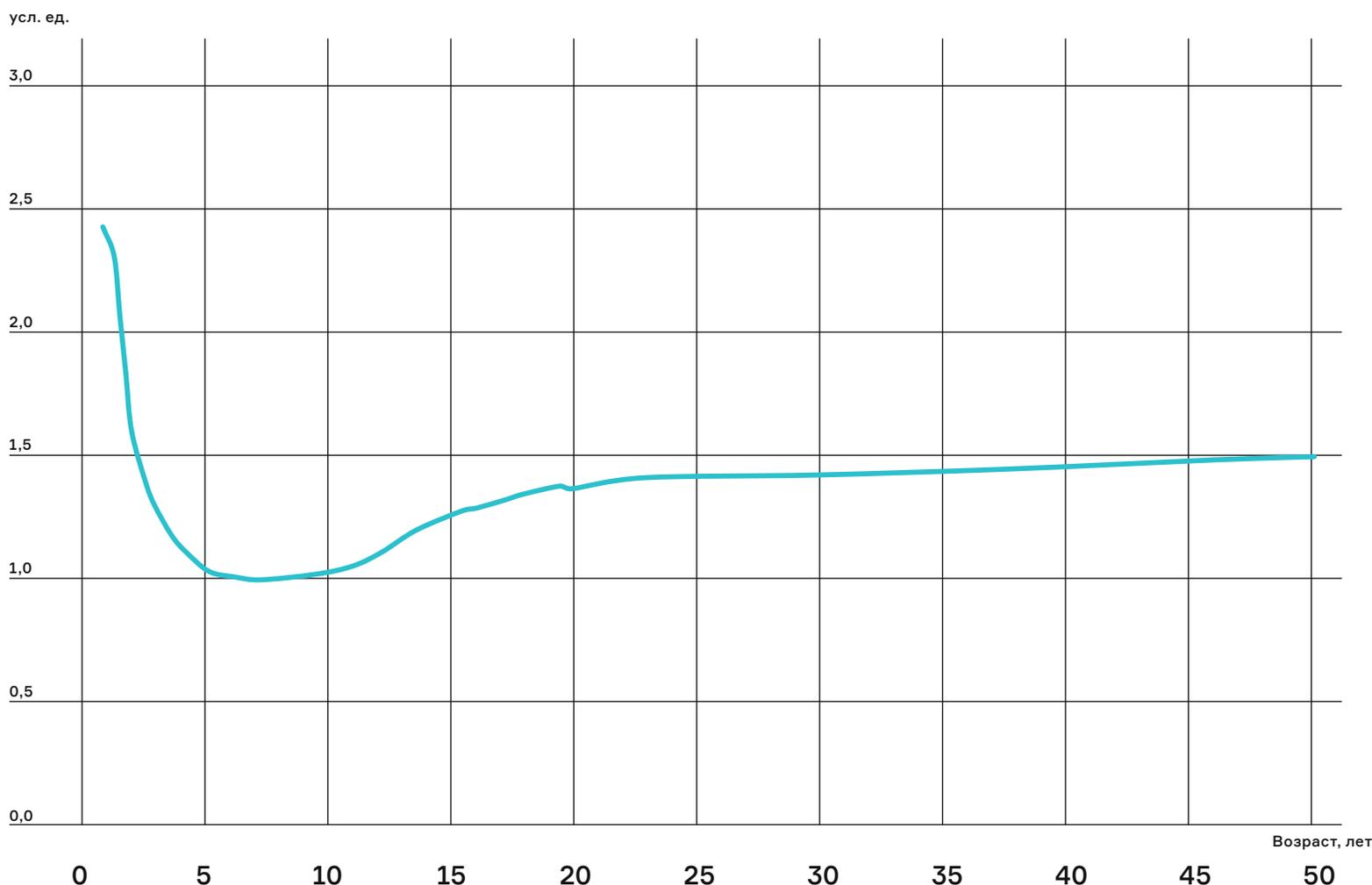
Больше всего аварий происходит в сетях, проложенных с использованием труб из стали, асбестоцемента и серого чугуна. Высокая аварийность трубопроводов из стали в первую очередь обусловлена внешней и внутренней коррозией стенок. Агрессивные по химическому составу почвы, жесткая вода приводят к утончению стенок трубы, в результате она теряет прочность и разрушается вследствие подвижек грунта или скачков давления. Другим слабым местом стальных труб являются блуждающие токи, которые вызывают электрохимическую коррозию и образование свищей. Данный вид коррозии особенно характерен для городской местности, где под землей близко друг от друга располагаются трубопроводы и электроэнергетические коммуникации. Все это снижает и без того малый нормативный срок службы стальных труб, установленный в 30 лет.

Трубы из чугуна в меньшей степени подвержены коррозии, однако их большим местом являются стыки. Дело в том, что в отличие от электросварных труб чугунные чаще всего имеют раструбное соединение, которое при подвижных грунтах теряет герметичность. Та же проблема со стыками свойственна асбестоцементным трубам, особенно в тех случаях, когда трубопровод был уложен без дополнительного усиления. Трубы из серого чугуна, кроме того, весьма хрупки, что приводит к возникновению разнообразных трещин от внешних воздействий или промерзания грунта, если трубопровод был уложен недостаточно глубоко. Рядом этих недостатков лишены трубы из ВЧШГ. Они прочнее и долговечнее труб из серого чугуна, однако тоже не лишены проблемы низкой надежности стыков. Учитывая, что трубы из ВЧШГ поставляются в отрезках длиной 6 м, сеть из такого материала имеет большое количество стыков, а потому надежность системы в целом сильно снижается.

Главным преимуществом труб из ПЭ является отсутствие проблем, связанных с коррозией. Полиэтиленовые трубопроводы не боятся кислых почв и жесткой воды, блуждающих токов, замерзания и подвижек почвы: за счет того, что сварная полимерная труба представляет собой одно целое (а для малых диаметров еще и гибкое целое), она «работает» вместе с грунтом. Но и пластиковые трубопроводы не лишены недостатков. В первую очередь, строительство трубопровода из полиэтилена требует большого внимания к качеству соединений. Для труб маленького диаметра, поставляемых в бухтах по 100 и более метров, это менее критично из-за малого количества соединений. Однако для больших диаметров требуется сварка, производимая специалистами соответствующей квалификации. Во-вторых, определенную опасность представляет использование контрафактной

продукции, не соответствующей стандартам качества. Кроме возможных отличий в геометрических размерах, что приводит к негерметичности сварных соединений, опасность представляет материал, не отвечающий предполагаемым условиям эксплуатации. Например, нормативный срок эксплуатации труб из ПЭ100 составляет 50 лет, а это значит, что труба из качественного сырья способна выдерживать нормативное давление на протяжении всего срока службы. Если для производства трубы по нормам для ПЭ100 используют другие сорта полиэтилена высокой плотности (например, ПЭ80) или вообще нетрубный ПЭ, то такая труба может повести себя непредсказуемо и разрушиться гораздо раньше положенного срока. В данном случае требуется повышенное внимание к выбору поставщика трубной продукции из ПЭ. В-третьих, аварийность полиэтиленовых трубопроводов

Рис. 15. Характерный профиль аварийности водопроводных труб для различных материалов в зависимости от возраста



во многом связана со скачками давления в сети. Превышение нормативного давления может привести к преждевременному старению материала и, как следствие, нарушению герметичности трубы. Но даже с учетом перечисленных недостатков аварийность на трубопроводах из полиэтилена находится на самом низком уровне, и, как правило, ниже, чем у труб из ВЧШГ. Часто обсуждаемая якобы высокая аварийность на ПЭ-трубопроводах связана с нарушениями при строительстве и не может быть отнесена к свойствам материала.

Кроме вероятности развития аварий, зависящей от выбранного материала, важно также то, как меняется этот показатель на протяжении всего срока службы. Для трубопроводов из всех материалов характерна специфическая зависимость вероятности наступления аварии от возраста, имеющая характерный минимум в диапазоне 5–10 лет (см. Рис. 15).

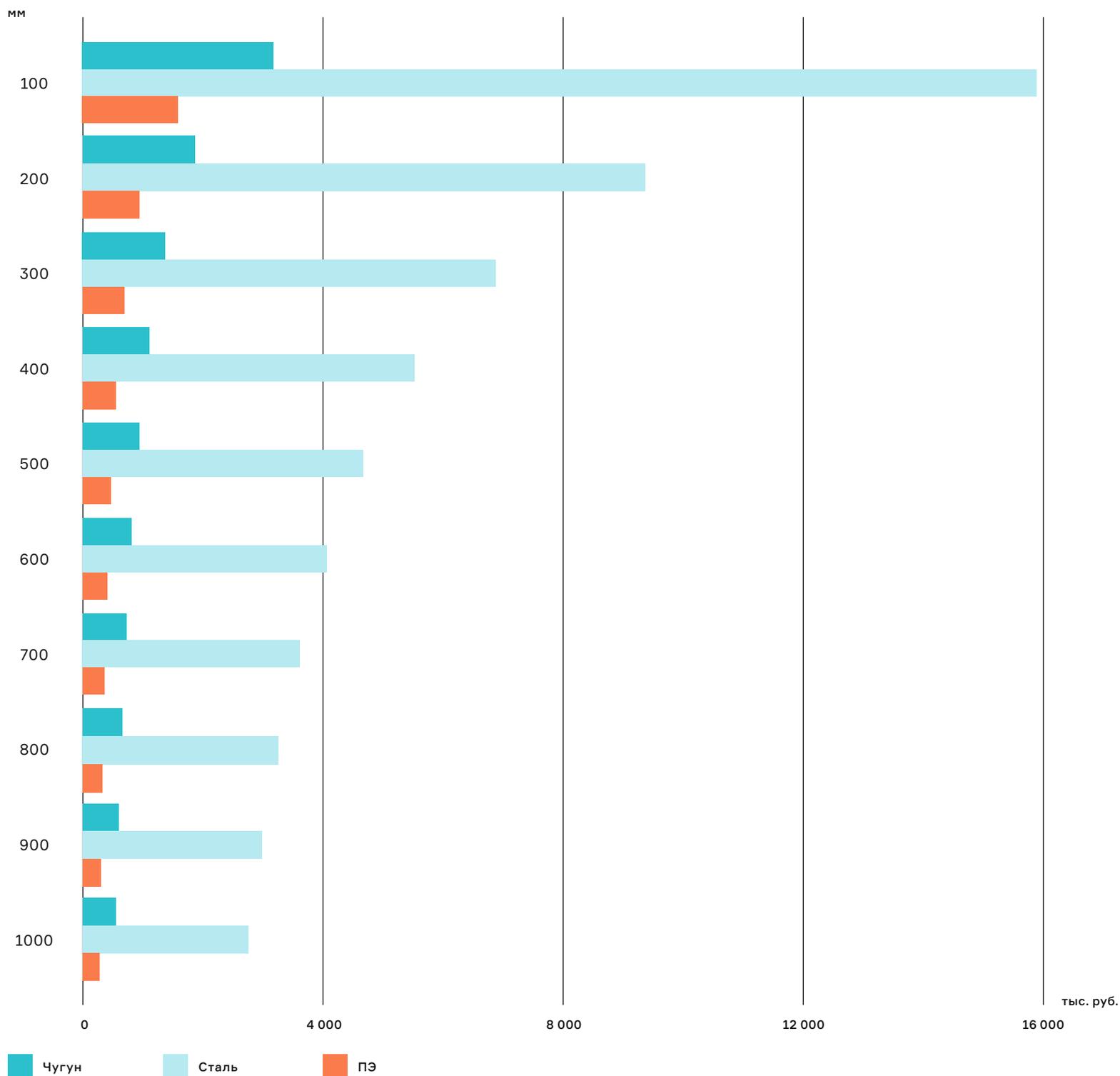
Первоначальный высокий показатель аварийности в первые несколько лет после укладки связан с ошибками и нарушениями при строительстве нового трубопровода. Например, для трубопроводов из пластика на этот период приходится до 80% всех аварий за весь срок службы. После устранения всех таких проблемных мест аварийность достигает своих минимальных значений, а к возрасту около 20 лет выходит на плато, принимая свое постоянное среднее значение, которое, как правило, слабо возрастает со временем. Для трубопроводов из чугуна медленный рост связан с линейной коррозией стенок трубопроводов, а для пластиковых — с уменьшением прочности стенок со временем и накоплением дефектов структуры. Учесть все факторы, связанные с изменением аварийности со временем, в рамках нашей модели не представляется возможным, поэтому средняя аварийность для разных диаметров была принята постоянной величиной, полученной из анализа различных статистических данных в предположении абсолютно качественного исполнения стыков на этапе монтажа.

Последним важным фактором, влияющим на показатели аварийности, является диаметр трубопровода. Существуют зарубежные статистические данные, согласно которым максимальная аварийность характерна для малых диаметров, существенно уменьшаясь для больших диаметров. Объяснением этому может служить тот факт, что трубы большого диаметра обладают большей толщиной стенки, что повышает как механическую прочность самой трубы, так и устойчивость, например, к коррозии. Поэтому для модели средняя аварийность для каждого из материалов была пронормирована по диаметрам в соответствии с указанной зависимостью (Рис. 16).

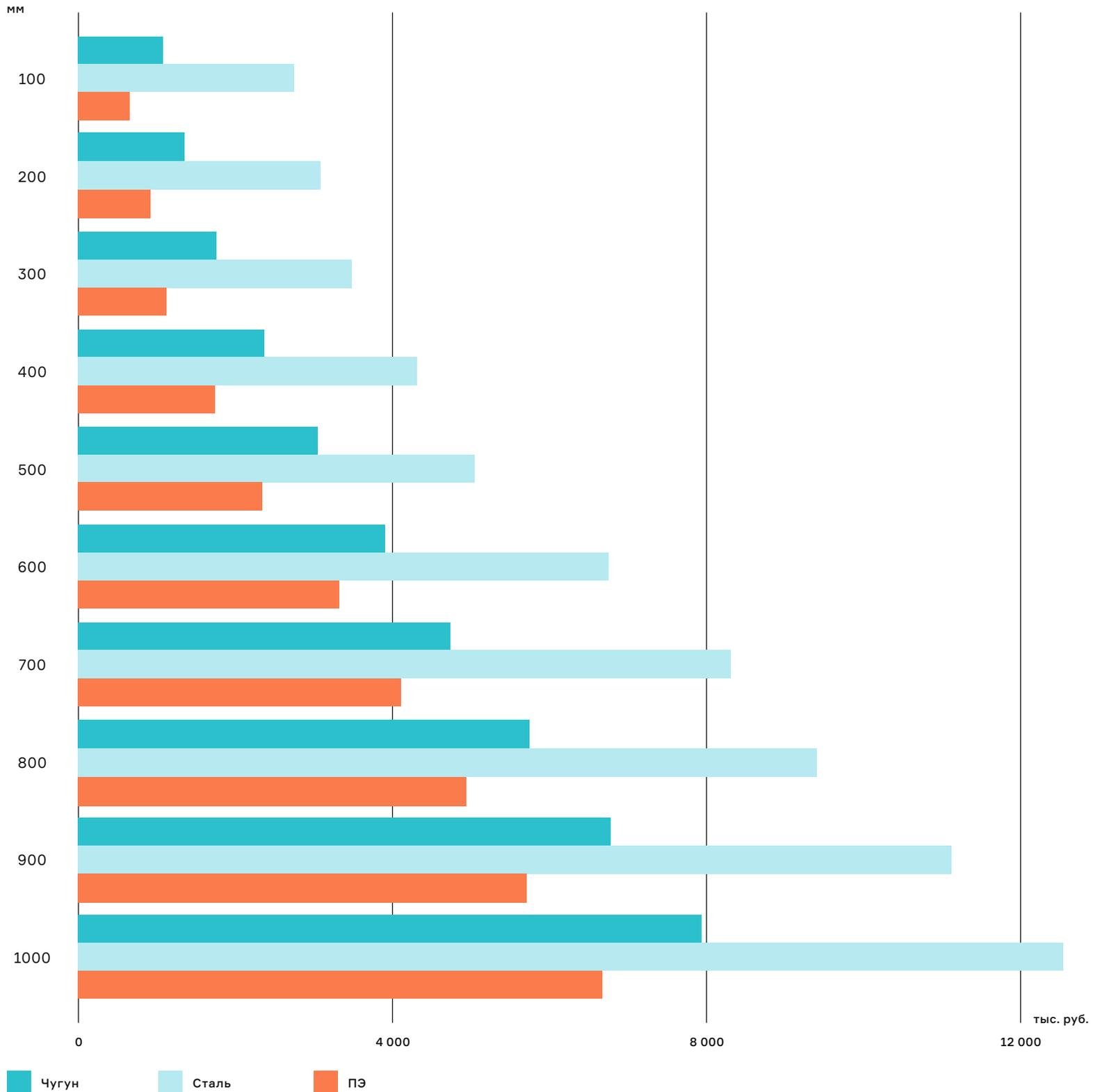
СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Итак, в нашей модели трубы из разных материалов были искусственно поставлены в пусть и неоптимальные для различных диаметров, но однородные условия эксплуатации. При таком подходе трубы из полиэтилена показали стабильно меньшие стоимости жизненного цикла для всех диаметров, чем трубы из ВЧШГ и тем более из стали, для которой на цикле в 50 лет учтена необходимость повторной перекладки, поскольку нормативный срок службы стальных труб мы приняли равным 30 годам (Рис. 17).

**Рис. 16. Затраты по аварийности на протяжении
жизненного цикла для труб из различных материалов
для различных диаметров**



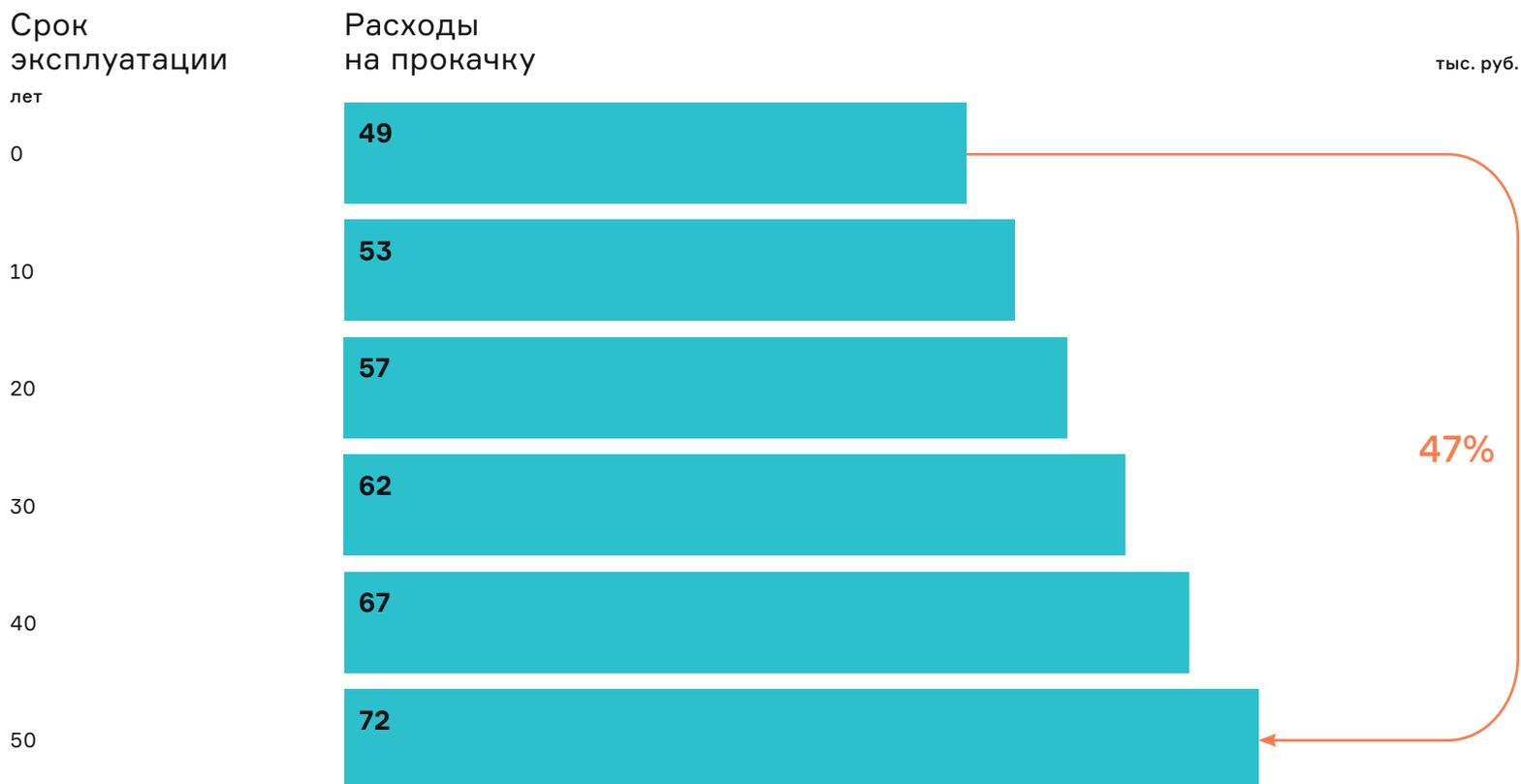
**Рис. 17. Полная стоимость жизненного цикла (50 лет)
для труб из различных материалов для различных диаметров**



Анализ вкладов различных компонентов стоимости на протяжении всего срока службы позволяет выявить ряд важных закономерностей. Так, для труб малого диаметра существенную долю в WLC составляют затраты на аварийность и электроэнергию, превышающие стоимость материала. Особенно это характерно для стальных труб. Например, для диаметра 100 мм доля затрат по аварийности достигает 58%, а затраты на двукратную стоимость самой трубы и ее двукратного монтажа составляют в сумме лишь 25%. Для больших диаметров основной вклад в стоимость жизненного цикла дают затраты на приобретение труб и их прокладку. Так, для стальных труб диаметром 800 мм доля аварийности в стоимости жизненного цикла составляет уже лишь 3%, а на расходы по приобретению и монтажу трубы приходится 83%.

Еще одной особенностью нашей модели является отказ от учета такого важного фактора, как отмеченное выше зарастание сечения стальных и особенно чугунных труб в ходе эксплуатации. Таким образом, показанные здесь суммы за 50 лет на самом деле ниже,

Рис. 18. Влияние фактора зарастания просвета водопроводных труб из стали и чугуна (без учета утечек) на годовую величину расходов на прокачку воды



чем в реальности, поскольку уменьшение просвета существенно сказывается на затратах по перекачке воды. Однако однородный для всех диаметров и материалов учет этого эффекта практически невозможен. Связано это, во-первых, с тем, что его проявление четко зависит от конкретных характеристик воды, которая транспортируется по системе, в частности ее минерального состава и наличия живых организмов. Во-вторых, для различных диаметров вклад этого фактора также будет разным: очевидно, что при примерно одинаковой скорости нарастания осадков потеря 10% сечения для труб малого диаметра дает существенно больший относительный прирост расходов на прокачку, чем для труб большого диаметра. Однако для целей иллюстрации важности этого эффекта мы выполнили соответствующий расчет для наиболее ходового в водоснабжении диаметра 100 мм для стали и чугуна в предположении, что используемая вода относится к группе 2: слабоминерализованные некоррозионные воды с показателем стабильности «до 1,0»; воды, содержащие органические вещества и растворенное железо в количестве, меньшем 3 г/м^3 (см. Рис. 18).

Как можно видеть, фактор зарастания просвета при необходимости поддерживать постоянный расход воды на выходе из трубопроводов из стали и чугуна приводит к годовому росту затрат в 1,5 раза.

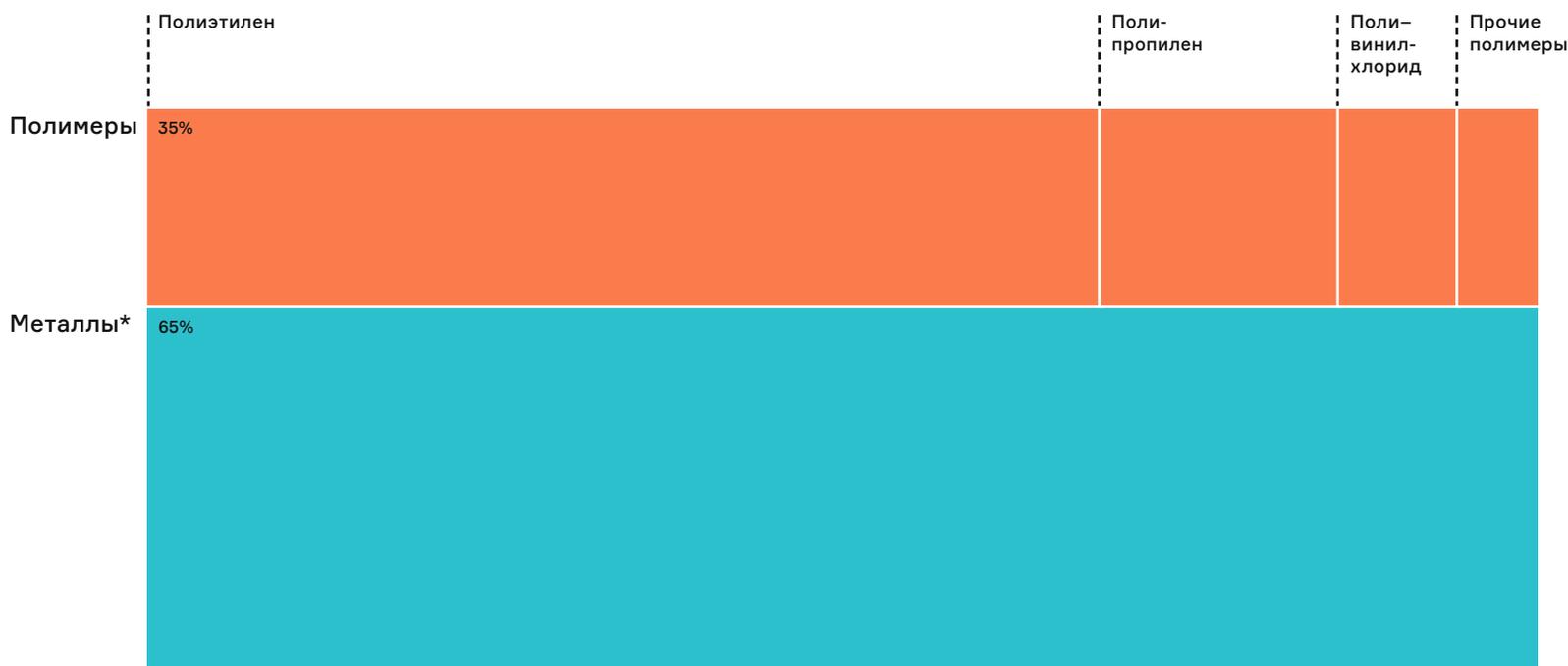
Но даже несмотря на более слабые условия для стали и ВЧШГ в нашей модели они проигрывают полиэтиленовым трубам по совокупной стоимости жизненного цикла. Важно здесь понимать и то, что, наверное, наиболее значимым фактором является все же не начальная стоимость труб или затрат на их монтаж, а затраты на прокачку. В нашей модели мы приняли в качестве условия постоянство тарифа на электрическую энергию, что, очевидно, не отвечает российским реалиям. В условиях дорожающей электроэнергии тот факт, что полиэтиленовые трубы показывают в 1,5 раза меньшее сопротивление потоку и являются одними из лидеров по надежности с точки зрения образования утечек, ставит их в приоритетную позицию при выборе материала для реконструкции и строительства новых водопроводных сетей.

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ПОЛИ- ЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

Несмотря на описанные выше как качественные, так и экономические преимущества полимерных труб по сравнению с трубами из традиционных материалов, доля их во всей массе рынка трубной продукции для ЖКХ продолжает оставаться незначительной. По данным «Группы ПОЛИПЛАСТИК» за 2012 год, лишь 35% продаж пришлось на трубы из полимеров — и это без учета труб из традиционных неметаллических материалов, таких как бетон, асбестоцемент, керамика и т. п. То есть в масштабах трубного рынка в сегменте ЖКХ фактическая доля полимеров еще ниже (см. Рис. 19).

Внутри сегмента полимерных труб абсолютно доминирующую позицию занимают трубы из полиэтилена — их доля составляет 70%. Поэтому в дальнейшем, кроме случаев, для которых это будет оговариваться отдельно, мы сосредоточим рассмотрение именно на трубах из полиэтилена. Такое условие, во-первых, не является ограничивающим в контексте рассмотрения общих закономерностей сферы полимерных труб для нужд городского ЖКХ — они совершенно общие для всех типов материалов. Во-вторых, устойчивая пока ниша для

Рис. 19. Структура трубного рынка по материалам (по массе), оценка 2012 года



*-оценка эквивалентной массы для металлических труб всех типов

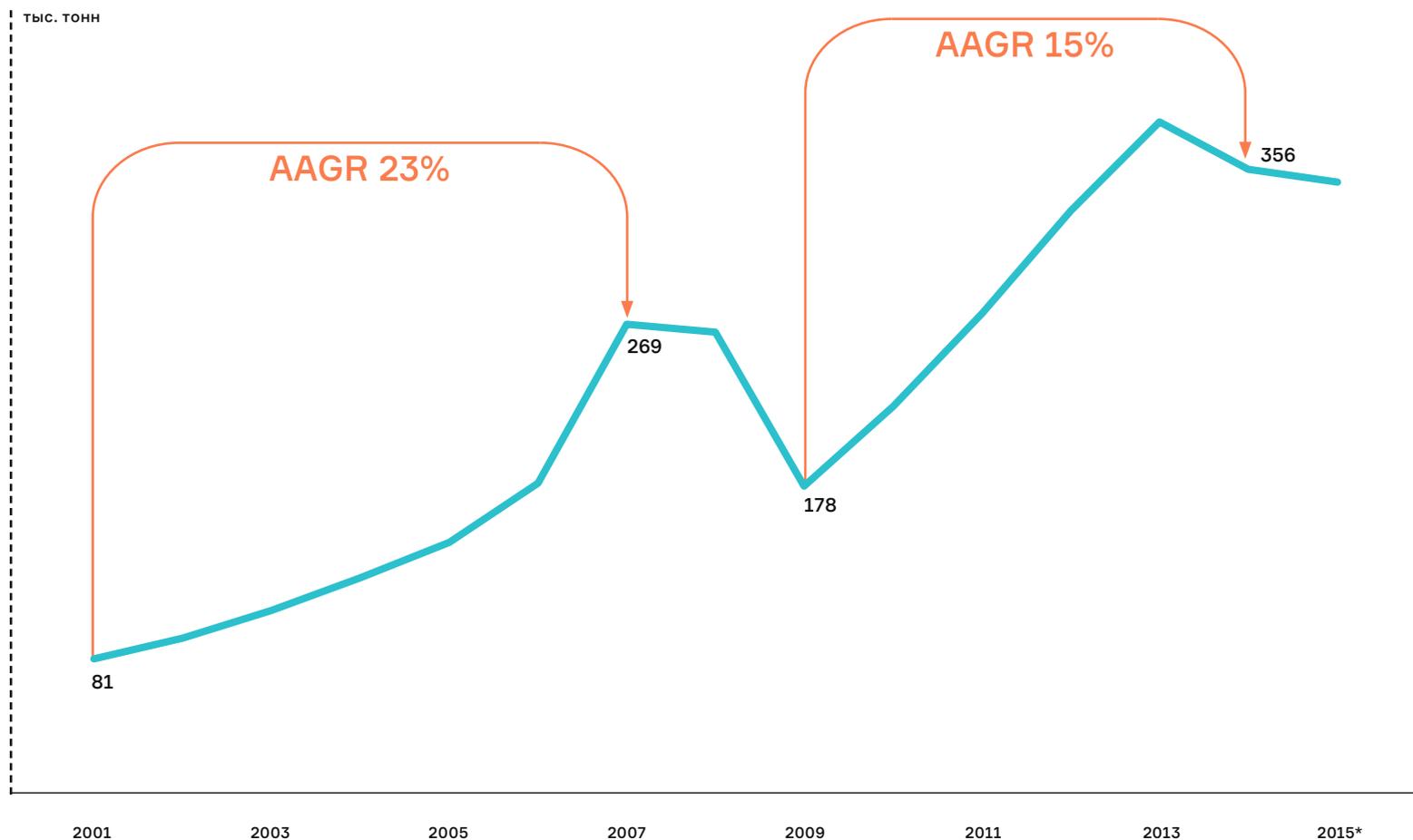
Источник: «Группа ПОЛИПЛАСТИК»

труб, например, из полипропилена или ПВХ — внутридомовые сети и коммунальные коммуникации в малоэтажном, в том числе частном, жилищном строительстве. А эти сферы хотя и представляют значительный интерес, но выходят за рамки данного исследования.

Итак, если говорить о российском рынке полиэтиленовых труб, емкость его обычно выражается в эквивалентной массе полимерного сырья, то есть определяется в тысячах тонн. В этом выражении отрасль труб из ПЭ в последние 15 лет оказалась одним из самых быстрорастущих среди всех сегментов российской экономики. С 2001 по 2014 год объем спроса увеличился в 4,4 раза. На докризисном этапе средний годовой темп роста (AAGR) составлял 23%.

Однако, как и все быстрорастущие сегменты, в особенности инвестиционно зависимые, рынок труб из полиэтилена существенно пострадал в период первого экономического кризиса 2008–2009 годов. Уже по итогам 2008 года обозначился легкий спад, а 2009-й завершился сокращением рынка ровно на треть. Это вполне объяснимо, учитывая, что основной спрос на полиэтиленовые трубы предъявляют отрасли ЖКХ, газоснабжения и строительства. В кризис именно инфраструктурные и социальноориентированные инвестиции бюджетов и коммерческих организаций были урезаны в первую очередь, а строительство вообще пострадало столь сильно, что не может оправиться до сих пор.

Рис. 20. Динамика рынка полиэтиленовых труб в России, 2001–2015 годы



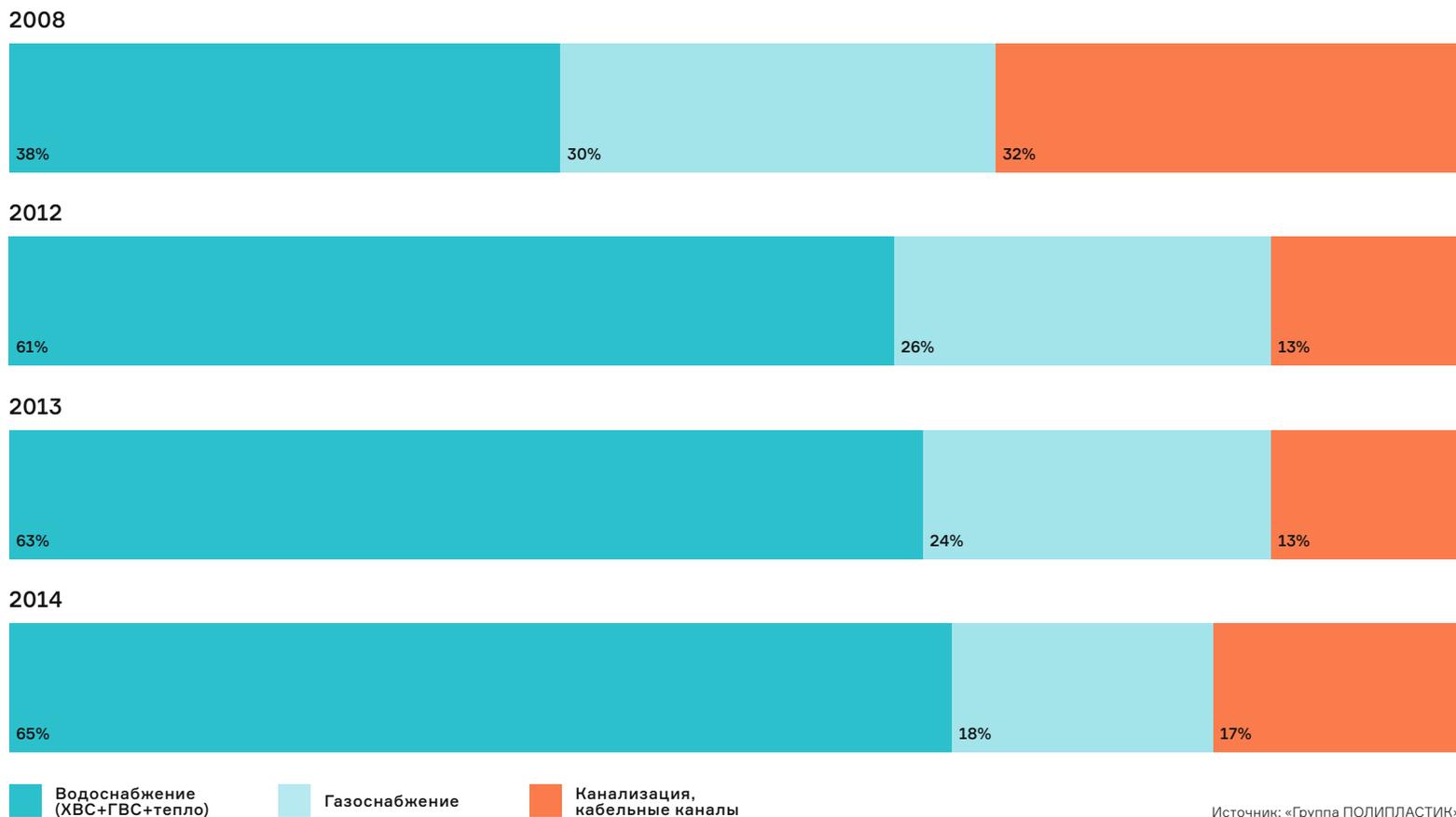
*-прогноз

Источник: «Группа ПОЛИПЛАСТИК», «Газпром СтройТЭК Салават», анализ RUPEC

Однако после 2009 года восстановление рынка полиэтиленовых труб началось очень быстрыми темпами. Уже в 2011 году спрос вернулся на докризисный уровень. В период с 2010 по 2014 год темпы развития рынка несколько уступали докризисным, но все же оставались достаточно высокими (AAGR — 15%, см. Рис. 20).

В последние годы мощным драйвером спроса стали крупные инфраструктурно-строительные проекты федерального уровня, такие как Саммит АТЭС 2012 года, Универсиада-2013 в Казани, Олимпиада-2014 в Сочи и т. д. Ниже будет показано, насколько существенна роль даже единичного крупного проекта в формировании спроса на полимерные трубы. Тот факт, что спрос в 2014 году оказался ниже уровня 2013 года, во многом как раз и объясняется завершением большого числа подобных проектов. Кроме того, в 2014 году ощутимо сократился спрос в сегменте полиэтиленовых труб для газоснабжения,

Рис. 21. Динамика структуры рынка полиэтиленовых труб по сферам применения, 2008–2014 гг.

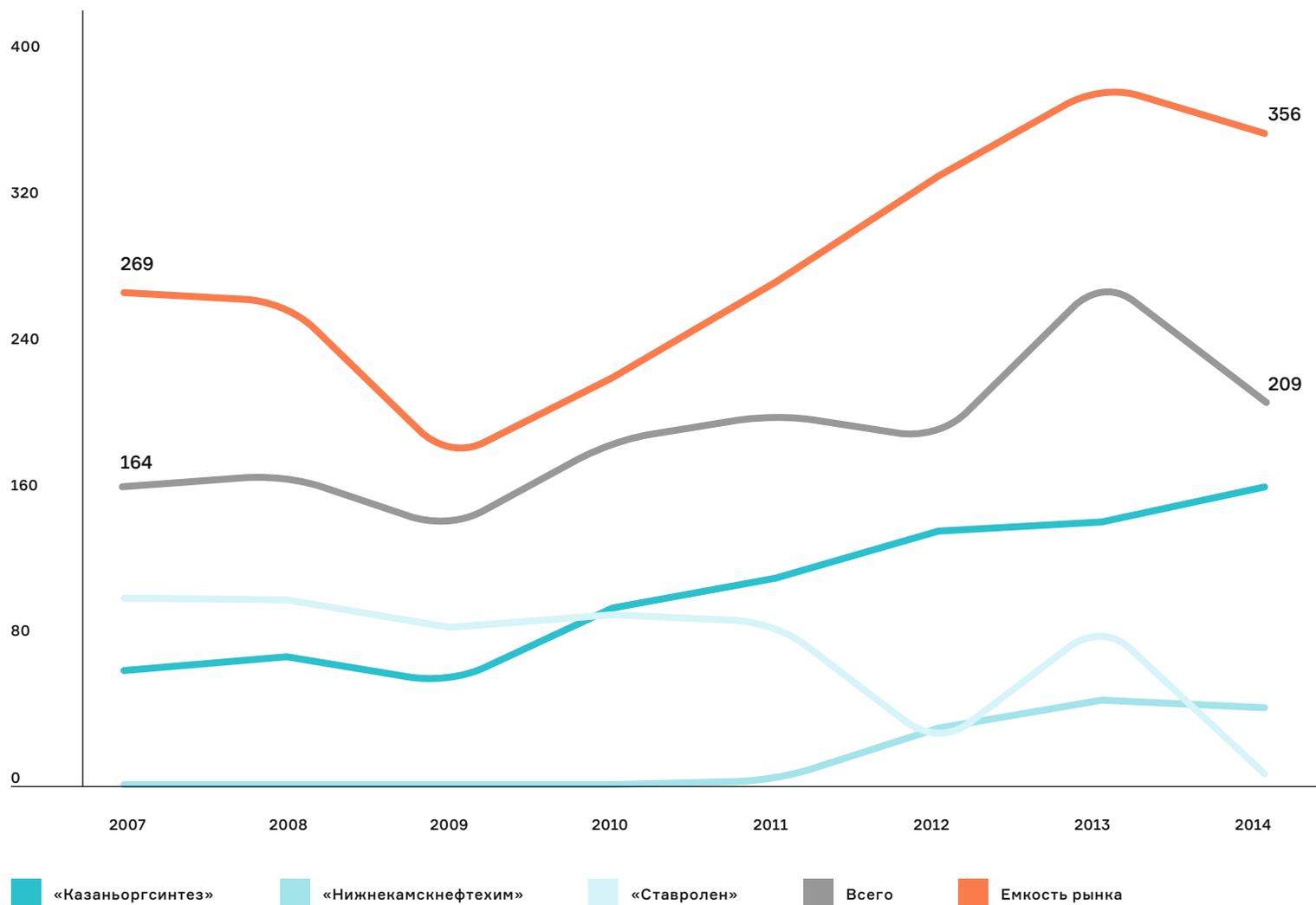


что было связано с пересмотром инвестиционных программ «Газпрома» в этой части. Между тем все предыдущие годы газификация была чуть ли не ключевым сегментом спроса. Так, в 2008 году на долю полиэтиленовых труб для газоснабжения приходилось 30% всего рынка. И если в 2012–2013 годах эта доля сохранялась в районе 25%, то в 2014 году сократилась до 18%. Таким образом, если говорить о структуре рынка по направлениям использования полиэтиленовых труб, то в последние несколько лет отчетливо прослеживается тенденция к увеличению роли водоснабжения (холодного, горячего и теплоснабжения) в ущерб именно доле газоснабжения (см. Рис. 21).

Помимо негативных тенденций в структуре и объеме спроса отрасль полиэтиленовых труб в последние годы стабильно испытывает проблемы с сырьевым обеспечением. Стремительное развитие потребности в полиэтилене низкого давления со стороны трубного производства совершенно неадекватно объему предложения со стороны отечественных нефтехимических компаний. В итоге отечественным сырьем обеспечивается лишь 40–50% потребностей трубной промышленности, причем даже эти объемы приходится лишь

Рис. 22. Динамика производства трубных полиэтиленов на отечественных предприятиях

тыс. тонн

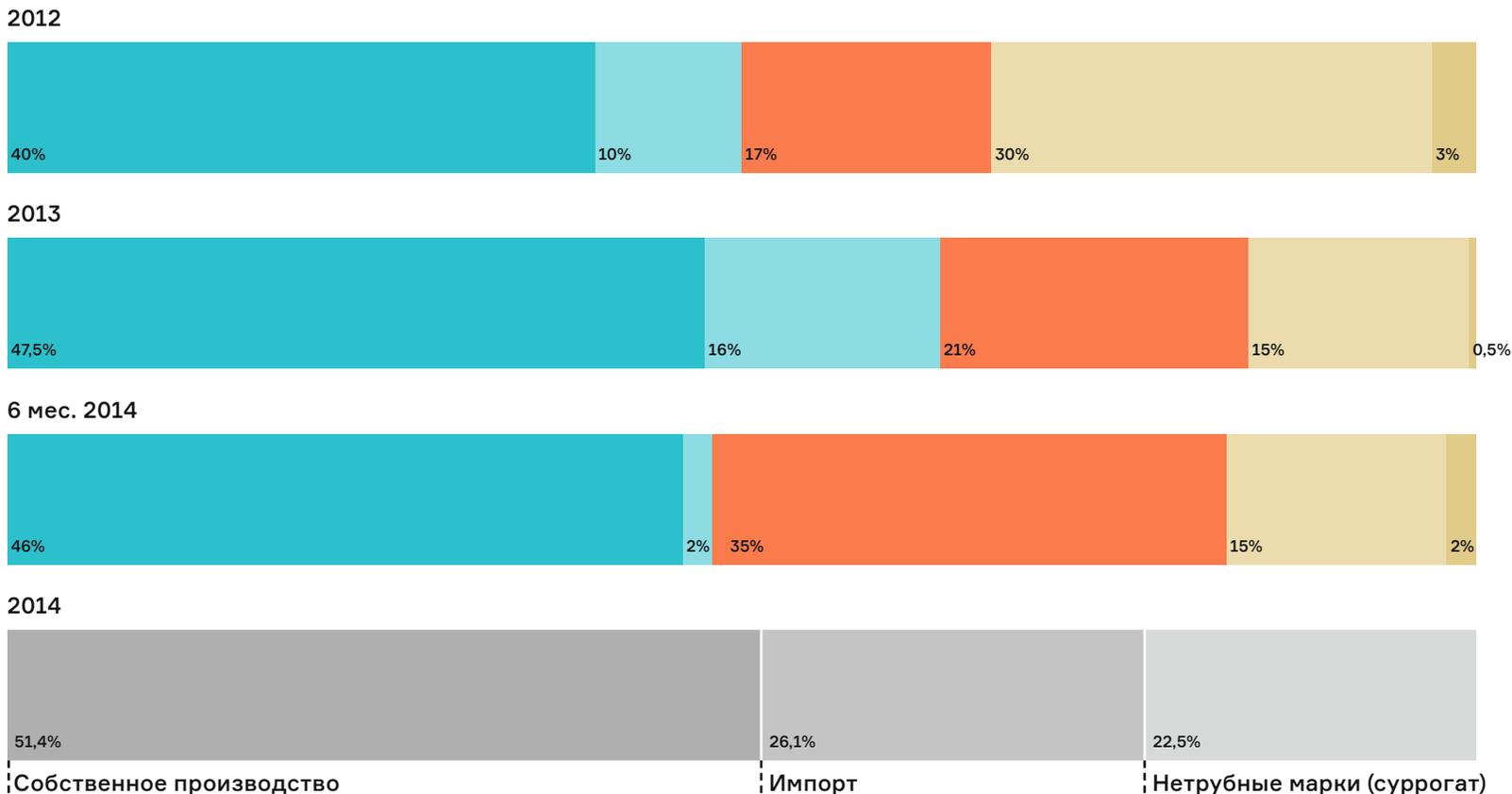


Источник: «Группа ПОЛИПЛАСТИК», «Газпром СтройТЭК Салават», анализ RUPEC

на трех производителей: «Казаньоргсинтез» (Казань), «Нижнекамскнефтехим» (Нижнекамск) и «Ставролен» (Буденновск). Ситуация усугубляется частыми авариями на последнем предприятии, которые приводят к длительным остановкам производства. Так, в 2014 году на рынок поступило всего 6 тыс. тонн продукции буденновского предприятия, в то время как в нормальной ситуации оно поставляло около 80 тыс. тонн (см. Рис. 22).

В итоге огромная дефицитная ниша заполняется двумя путями. Во-первых, трубные марки ПЭ80 и ПЭ100 активно импортируются. Например, еще в 2012 году качественными трубными марками ПЭ зарубежного происхождения удовлетворялась треть потребностей российской отрасли полиэтиленовых труб. Однако за последнюю

Рис. 23. Структура сырьевого обеспечения отрасли полиэтиленовых труб*



* Для 2014 года — без деления на марки



Источник: «Группа ПОЛИПЛАСТИК», «Газпром СтройТЭК Салават», анализ RUPEC

пару лет в связи с нестабильностью валютных курсов и высокой волатильностью цен на импортное сырье распространение получил второй путь удовлетворения сырьевых потребностей трубных предприятий: стали активно применяться полиэтилены вообще нетрубного назначения либо же должным образом сертифицированные, но таковыми не являющиеся, то есть контрафактные. Если в 2012 году их доля на рынке оценивалась в 17%, то в первом полугодии 2014-го она достигла 35%, к концу года, правда, сократившись до 26% (см. Рис. 23).

Мотивация производителей вполне понятна: нетрубные марки дешевле трубных, что позволяет снижать издержки, наращивая маржу. В то же время, как было сказано выше, в первые годы эксплуатации полиэтилен даже с невысокой длительной прочностью (то есть существенно ниже MRS 100 и даже 80) может эффективно противостоять давлению в напорных трубопроводах. Однако

о сколько-нибудь длительном сроке безаварийной эксплуатации труб из таких материалов говорить не приходится. Проблему усугубляет и тот факт, что существующий в России институт сертификации абсолютно не справляется с поставленными перед ним задачами, в итоге сертификаты соответствия получает продукция, совершенно не отвечающая нормативным требованиям. Страдает от этого заказчик, введенный в заблуждение наличием сертификата и по неведению закупивший и установивший заведомо некачественную трубу, которая через короткое время заставит его нести новые издержки на ремонт.

Широкое распространение суррогатных марок и, как следствие, значительное присутствие на рынке некачественных труб создает проблемы и для отрасли в целом. Во-первых, это имиджевые потери для пластиковых труб как товарной категории, когда заказчик оказывается вынужден ремонтировать полимерную трубу, срок службы которой позиционируется от 50 лет и больше. Это формирует распространенное заблуждение, что характеристики полиэтиленовых напорных труб сильно завышены. Во-вторых, доступность суррогатных марок порождает неравные конкурентные условия в трубной отрасли, что выдавливает с рынка добросовестных производителей. Запускается негативный автокаталитический процесс, при котором отрасль сама собой сваливается в яму все более и более некачественной продукции.

Выходом из этой ситуации может стать только ужесточение нормативных требований к полимерному сырью и трубной продукции, а также налаживание эффективной системы контроля качества на всех циклах производства, в том числе, например, на базе отраслевых общественных организаций (как это реализовано в Казахстане). Кроме того, важна роль входного контроля качества труб и их соответствия нормативным требованиям со стороны заказчика, особенно когда речь идет о проектах с бюджетным финансированием или о социально значимых проектах, где превышение риска аварийности абсолютно недопустимо.

Вторым неизменным компонентом, который позволит рынку преодолеть проблемы с суррогатными марками, является радикальное увеличение предложения нормальных трубных марок отечественного производства. Это, во-первых, решит проблему «окна дефицита», заполняемого импортом и суррогатом, а во-вторых, позволит стабилизироваться ценам, избыточная волатильность которых, собственно, и привела к столь широкому распространению использования нетрубных марок ПЭ. Впрочем, добиться этого можно только путем запуска в России новых нефтехимических производств с установками полиэтилена низкого давления. Соответствующие проекты уже заявлены, и по крайней мере один из них — «ЗапСибНефтехим» в Тобольске — перешел в стадию строительства.

Ввод новых мощностей по полиэтилену высокой плотности особенно актуален именно сейчас, потому что, как мы покажем ниже, потенциал рынка полиэтиленовых труб еще очень далек от исчерпания, и при определенных стратегиях инвестиций в городское ЖКХ потребность в сырье может утроиться.

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

Наша методология моделирования различных сценариев развития спроса на полимерные трубы в сфере городского ЖКХ для каждого из рассматриваемых сегментов (холодного водоснабжения, горячего водоснабжения и теплоснабжения, водоотведения) базируется на достаточно простых принципах. В основе ее лежит понимание того факта, что размер населенного пункта, снабженного централизованными трубопроводными системами различного назначения, выраженный в численности постоянного населения, прямо определяет тот объем среды, который за год проходит по соответствующей сети. Это соображение подкрепляется и простой логикой: в период интенсивного роста численности городов в 1960-е годы и бума типового домостроения были разработаны единые для всей страны нормы и методы расчета новых сетей с соответствующими климатическими поправками. А поскольку со времен массового создания городских коммуникаций в 1960–1980-х годах никаких кардинальных изменений в городских сетях не произошло, обнаруживаются

достаточно стабильные зависимости, связывающие интегральные характеристики сетей с численностью населения. Это единообразие мы обнаружили, анализируя существующие схемы городских коммуникаций в городах, различающихся по географическому положению, численности населения и промышленному профилю. Мы выявили три базовые группы населенных пунктов, характеризующиеся определенными закономерностями развития сетей: города с численностью населения свыше 100 тыс. человек, города и поселки городского типа с населением менее 100 тыс. человек и сельские населенные пункты. Эта выборка позволила покрыть 92% от численности населения России на 1 января 2014 года.

Исходной базой для такого анализа послужили документы муниципальных, эксплуатирующих организаций, предприятий энергетики, касающиеся перспективных планов развития городских коммуникаций различного назначения. Соответствующие модели и расчеты были пошагово применены ко всем российским городам и поселкам городского типа, а к сельским населенным пунктам — групповым образом с поправкой на долю проникновения централизованных сетей. Особенности подобного моделирования сетей для каждого сегмента городского ЖКХ приведены ниже.

На втором этапе для перехода от характеристик сетей, выраженных через их протяженность и спектр по диаметрам, к характеристикам, выраженным в величинах массы, мы ввели модельное предположение, что все сети в каждом населенном пункте выполнены из полимеров. Причем для каждого типа сетей использовались наиболее типовые параметризующие переменные. Например, в случае с холодным водоснабжением это трубы из полиэтилена ПЭ100 с SDR 17 с соответствующими зависимостями массовых показателей от длин и диаметров. Подобный переход позволил выразить каждую категорию сетей для каждого населенного пункта через один единственный показатель, который по смыслу можно определить как «полимерную массу сети».

Далее на основе анализа имеющихся данных муниципальных были составлены типовые возрастные спектры для каждой категории сетей — кривые, отражающие структуру сетей в зависимости от их возраста. Это позволило перейти к финальной части расчетов — выбору интересующих нас сценариев. Для каждой категории сетей, описанных ниже, мы задавались тремя граничными параметрами. В первом случае — сценарий «Консервативный» — мы определяли такой темп замены сети в период 2015–2025 годов, при котором в течение этих 10 лет сохраняется текущий уровень износа. То есть в данном сценарии каждый год нужно заменять сети лишь настолько, чтобы компенсировать старение остального фонда. Понятно, что при таком сценарии, по сути, консервируется текущая плачевная ситуация с износом (около 50%), не изменяясь в лучшую сторону, но и не ухудшаясь.

Во втором сценарии — «Оптимистическом», — мы рассчитывали такой темп замены сетей, при котором к 2025 году будет заменена вся та часть фонда, которая по состоянию на 2015 год находится за возрастным порогом нормативной эксплуатации. Это некий компромиссный вариант, который, с одной стороны, позволяет в целом

преодолеть массовую изношенность коммунальных сетей, но, с другой, дает к 2025 году некую долю фонда, которая за 10 лет с 2015 по 2025 год выйдет за пороги нормативных сроков эксплуатации.

Третий сценарий — «Перспективный» — предполагает в течение десяти лет с 2015 по 2025 годы замену не только всего изношенного на сегодня фонда, но и опережающую замену с тем, чтобы к концу 2025 года вообще не иметь в сфере городского ЖКХ трубопроводов, перешагнувших нормативные сроки эксплуатации.

ХОЛОДНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Ключевой проблемой моделирования сетей населенных пунктов в сегменте холодного водоснабжения явился поиск подхода к корректному учету различной структуры таких сетей с точки зрения диаметров для городов различных размеров.

Проиллюстрировать проблему можно простым примером. Возьмем системы водоснабжения двух населенных пунктов с численностью населения 170 тыс. человек и 1 млн человек. Естественно, что общая протяженность водопроводных сетей будет больше для города-миллионника, и данный показатель находится в примерно линейной зависимости от численности населения. Однако если мы пересчитаем длину труб в массу ПЭ, которая теоретически потребовалась бы для полной замены имеющихся сетей на трубопроводы из ПЭ, то получим, что для города-миллионника эта масса примерно в 14 раз больше, чем для 170-тысячного населенного пункта, хотя численность населения у них различается менее чем в шесть раз.

Объясняется это тем, что чем крупнее город, тем больше ему нужно воды. В системах централизованного водоснабжения вода подается по водоводам от точки забора до водоочистных сооружений, далее она по магистральным трубопроводам разводится в уличные и квартальные сети непосредственно к потребителям. Водоводы и магистральные сети представляют собой трубы самых больших диаметров, которые для крупных городов превышают 1000 мм. В городах же с небольшой численностью населения столь крупные магистральные сети могут вообще отсутствовать из-за того, что здесь не нужна столь высокая пропускная способность системы (Рис. 24).

Погонный метр трубы в квартальной сети легче такого же «магистрального» участка в несколько десятков, а то и в сотню раз. Именно это обстоятельство определяет тот факт, что в крупных городах основную долю в пересчете на массу ПЭ составляют в первую очередь магистральные и уличные сети больших диаметров. Причем эта разница столь велика, что если игнорировать факт различий в структуре сетей по диаметрам в зависимости от численности населения, велик риск получить абсолютно недостоверные выводы. Здесь, кстати, уместно отметить, что именно трубы для холодного водоснабжения больших диаметров в крупных населенных пунктах составляют самый перспективный с точки зрения тоннажа полимерной массы сегмент городского ЖКХ. Однако в силу стоимостных факторов они же заменяются в наименьшей степени (Рис. 25).

Рис. 24. Распределение протяженности водопроводных сетей в зависимости от диаметра для городов с разной численностью населения

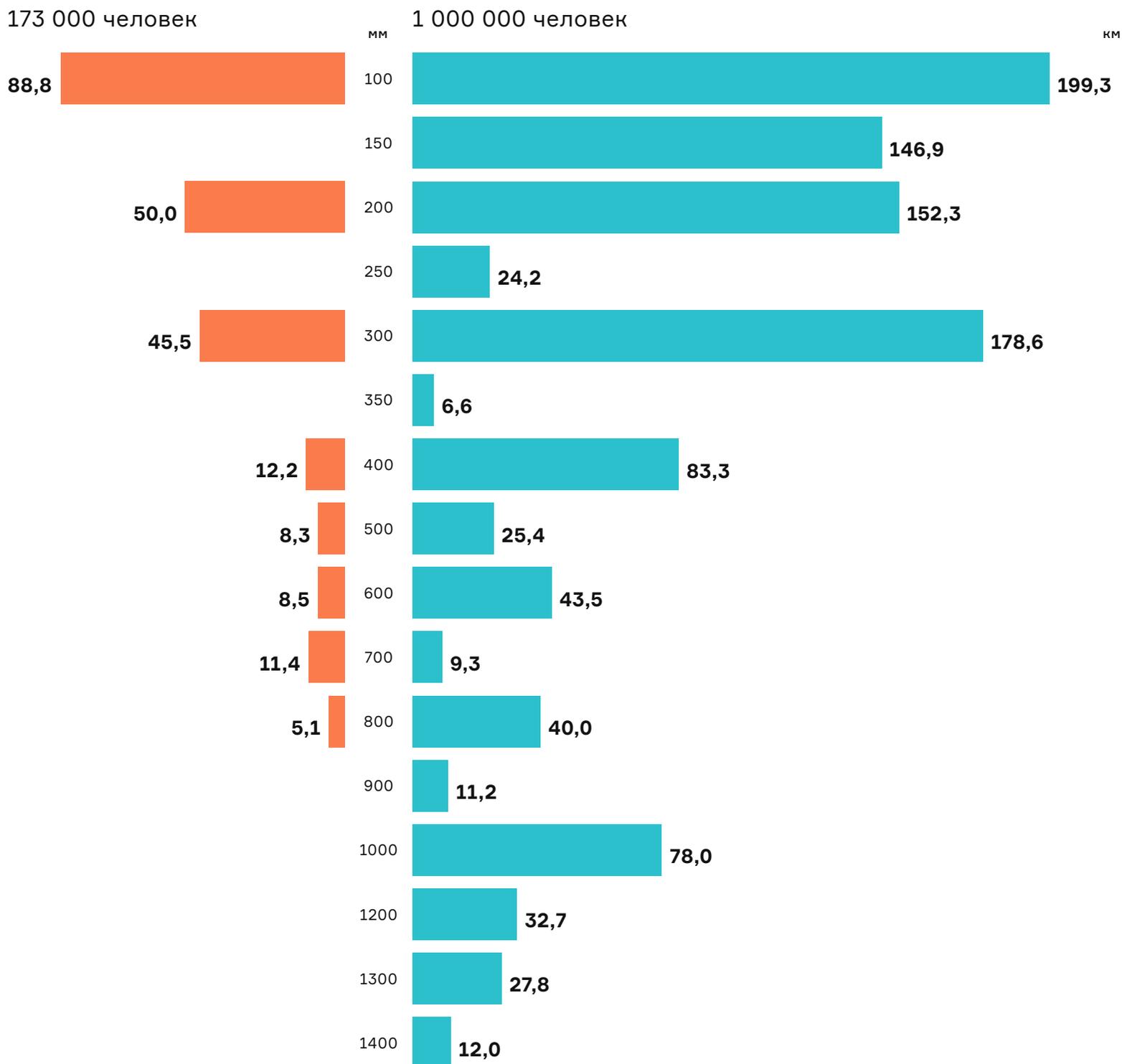
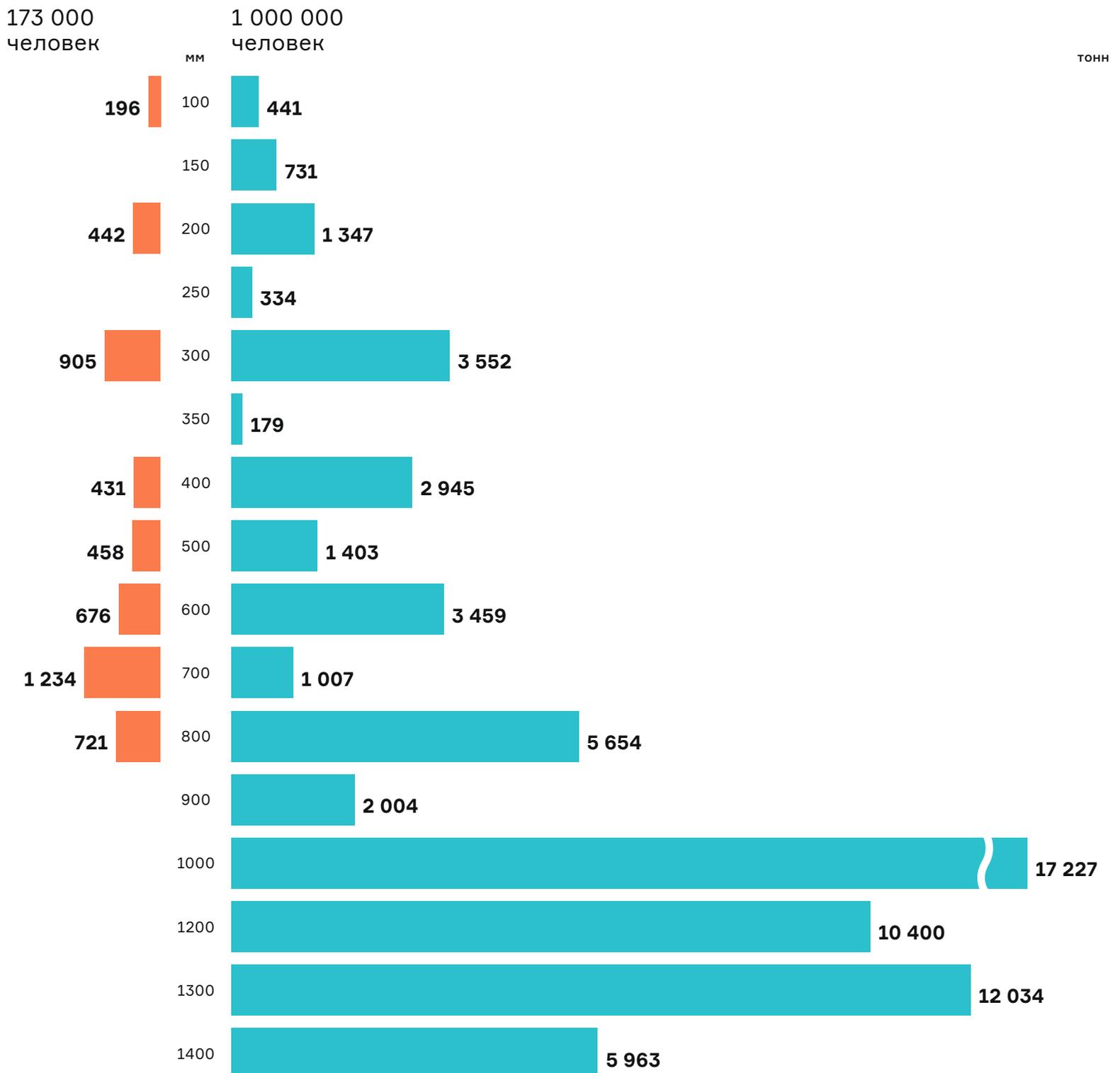


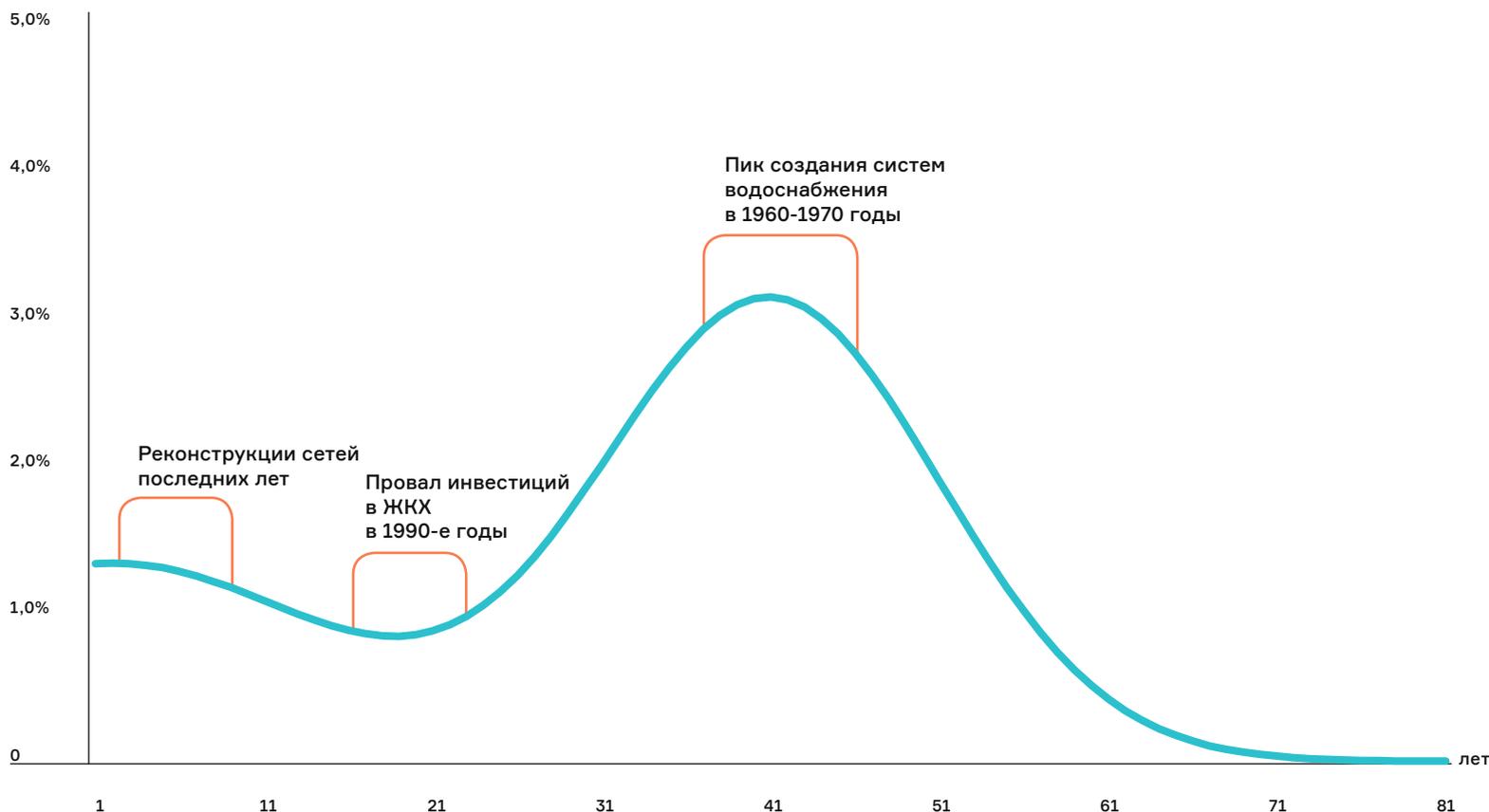
Рис. 25. Распределение эквивалентной массы сетей из ПЭ-труб в зависимости от диаметра для городов с разной численностью населения



Нам удалось решить проблему со спектром диаметров, выявив корреляционные зависимости среди показателей, производных от численности населения и протяженности сетей. Следующим шагом стало построение усредненного возрастного профиля для сетей холодного водоснабжения в масштабах всей рассматриваемой выборки. Это было сделано на основе анализа и усреднения имеющихся данных муниципалитетов с аппроксимацией серией функций Гаусса, которая удалась с высокой точностью. В целом график возрастного профиля хорошо отражает исторический путь создания централизованных сетей холодного водоснабжения в населенных пунктах. Так, отчетливо обозначается пик создания таких коммуникаций, пришедшийся на 1960–1970-е годы. Соответственно, на графике возрастного профиля это отвечает наибольшей доле трубопроводов с возрастом от 35 до 45 лет. Хорошо также виден провал в развитии холодного водоснабжения, связанный с кризисным периодом 1990-х годов, и легкий рост доли сети с возрастом до 10 лет, связанный с экономическим подъемом в 2000-е годы (см. Рис. 26).

Рис. 26. Усредненный возрастной профиль сетей городского холодного водоснабжения

Доля участков с указанным возрастом от суммарной протяженности сетей



Анализ этого графика с учетом заложенных выше параметров для трех сценариев дальнейшего развития сетей холодного водоснабжения привел к следующим результатам. Для реализации сценария «Консервативный», то есть для фактической консервации коммуникаций в текущем состоянии с точки зрения среднего возраста сети, требуется в период 2015–2025 годов заменить 21,1% всех трубопроводов в массовом выражении, или, в предположении равномерного распределения инвестиций на 10 лет, по 2,1% в год. Примечательно, что эта цифра по порядку величин совпадает со статистическими данными: в 2013 году было заменено 1,5% сетей холодного водоснабжения (правда, в километре, этим можно объяснить и расхождения). Для реализации сценария «Оптимистический» требуется менять второе больше — 6,4% всех трубопроводов каждый год в течение 10 лет. Чтобы в 2025 году полностью решить проблему с эксплуатацией трубопроводов со 100-процентным износом (условия сценария «Перспективный») ежегодный темп замены должен составлять 7,8% в массовом выражении.

ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Аналогичное моделирование для сетей горячего водоснабжения и теплоснабжения оказывается существенно легче случая с холодным водоснабжением, что объясняется двумя факторами. Во-первых, муниципальные данные по сетям ГВС значительно более детальны и позволяют строить более простые корреляции. Во-вторых, высокая температура (до 150 °С) и давление в магистральных теплотрассах не позволяет применять для их изготовления доступные полимерные материалы. Поэтому применение полимеров тут ограничивается лишь теплоизоляцией и внешней защитной оболочкой.

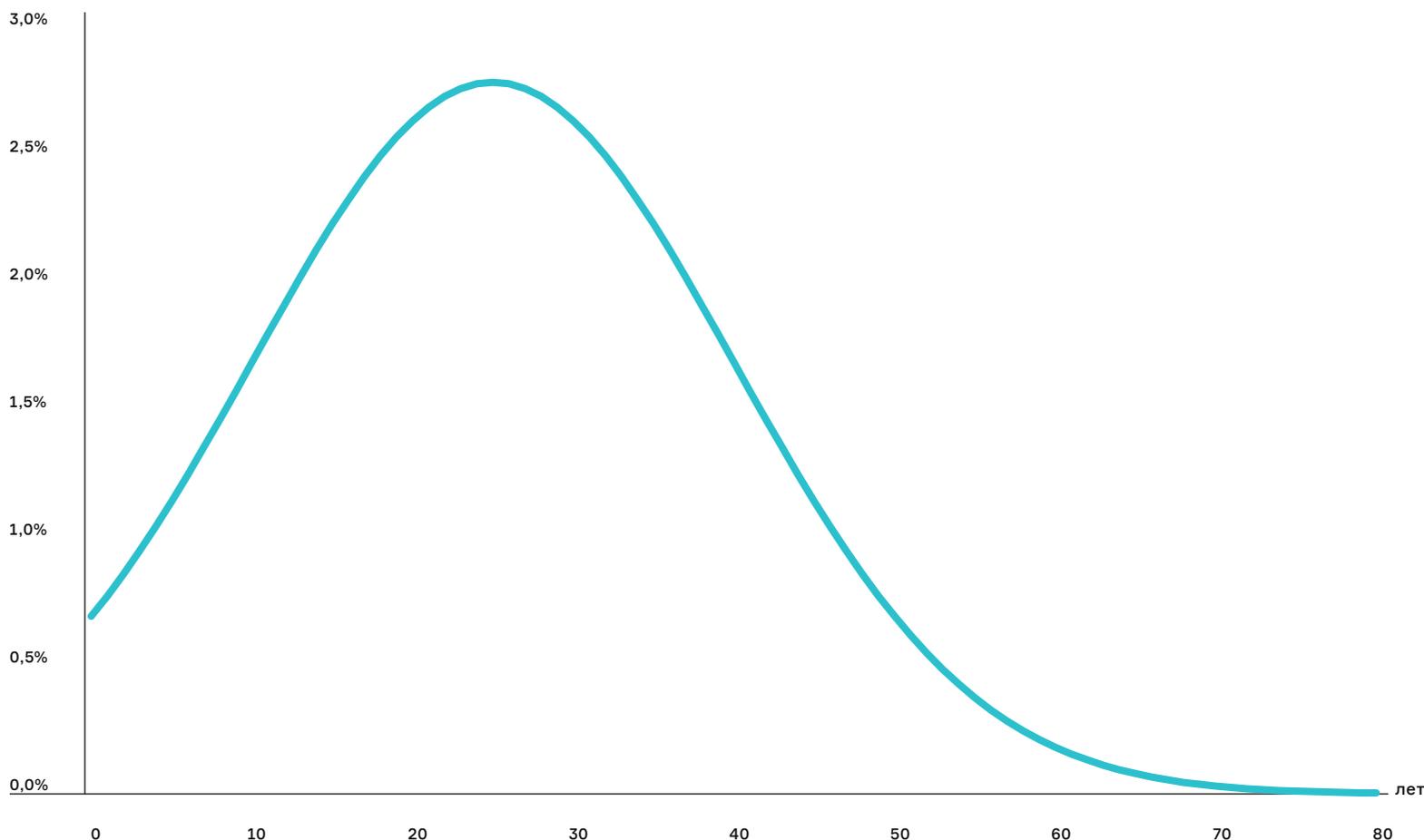
Иначе дело обстоит в квартальных сетях отопления и ГВС. Вода от таких крупных источников тепла, как ТЭЦ или АЭС, поступает на центральные тепловые пункты (ЦТП), где передает часть своей энергии следующему контуру. В нем температура уже намного ниже и редко превышает 115 °С, что делает возможным применение труб из полимерных материалов. Таким образом, в модели сетей горячего водоснабжения и теплоснабжения нет необходимости учитывать широкое разнообразие диаметров от магистральных до уличных сетей: полимерным трубам доступна только сфера локальной городской разводки в очень ограниченном диапазоне малых диаметров, чаще всего от 30 до 200 мм. Прямым следствием этого является приблизительная эквивалентность условной массы полимеров, приходящихся на один жилой дом, вне зависимости от размера населенного пункта. Корректность такого подхода подкрепляется также распространенностью индивидуальных котельных, обслуживающих отдельные дома или их небольшие группы (кварталы, районы). Наш расчет показал, что протяженность тепловых сетей (в однотрубном исчислении) находится с высокой точностью в линейной зависимости от числа жителей населенного пункта. Кроме того, доля населения, обеспеченная централизованным

горячим водоснабжением, значительно ниже, чем в случае холодного водоснабжения. Переход к моделям сетей в единицах массы сделан в приближении, предполагающем применение наиболее популярных в России семислойных армированных труб из сшитого полиэтилена.

Вместе с тем в категории сетей для горячего водоснабжения и теплоснабжения есть существенные отличия от ситуации с холодным водоснабжением в части возрастной структуры. Централизованное теплоснабжение и ГВС — относительно молодые системы, которые получили массовое развитие только в 1970-х годах. Несмотря на это, состояние тепловых сетей из традиционных материалов (металлов) в ряде случаев оказывается даже хуже, чем напорных сетей для холодной воды. Дело тут в основном

Рис. 27. Усредненный возрастной профиль квартальных и уличных сетей городского горячего водоснабжения и теплоснабжения

Доля участков с указанным возрастом от суммарной протяженности сетей



факторе — температуре теплоносителя. Высокая температура и давление ускоряют все химические процессы, в том числе коррозию стенок трубопроводов, которая может быть как внутренней, так и внешней. Внутренняя коррозия вызвана растворенными в воде активными веществами, в первую очередь кислородом и хлором. Плохое качество водоподготовки или ее отсутствие приводят к протеканию труб уже через несколько лет после их установки. Другой бич теплотрасс — внешняя коррозия, обусловленная нарушением тепловой изоляции и попаданием под нее атмосферной или грунтовой влаги, провоцирующей коррозию. Существенной проблемой является и электрохимическая коррозия — если в теплотрассах не предусмотрена защита от блуждающих токов, разрушение трубопроводов происходит намного раньше установленного времени. Все это приводит к тому, что трубопроводы систем ГВС и отопления выходят из строя намного раньше нормативного срока. Нередки случаи, когда новые трубы за два-три года приходили в полную негодность.

Моделирование усредненного возрастного профиля трубопроводов в сетях теплоснабжения и ГВС выполнен по схеме, аналогичной случаю с холодным водоснабжением. Здесь картина в целом проще: кривая имеет лишь один пик, соответствующий массовому вводу в эксплуатацию квартальных тепловых сетей в середине 1980-х годов (см. Рис. 27).

Анализ этого возрастного спектра применительно к условиям наших сценариев дает следующие цифры. Для консервации сложившейся на 2015 год ситуации с износом фонда в теплоснабжении и горячем водоснабжении (сценарий «Консервативный») за период с 2015 по 2025 год требуется заменить 25,5% сетей этого сегмента, или 2,6% каждый год при равномерном темпе инвестиций. Эта цифра, как и в случае с холодным водоснабжением, в целом совпадает с данными статистики: в 2013 году доля замененных сетей составила 2,7% (в мерах протяженности). Для реализации сценария «Оптимистический» за 10 лет нужно заменить 37,4% сетей (по 3,7% в год). Как можно заметить, в силу более молодого среднего возраста квартальных и уличных сетей ГВС и теплоснабжения этот показатель для сценария «Оптимистический» почти вдвое ниже, чем в случае с холодным водоснабжением. Для опережающей замены всей сети с полной ликвидацией трубопроводов с сверхнормативным возрастом (сценарий «Перспективный») требуется замена 64,7% сети в массовом выражении, или по 6,5% ежегодно.

ВОДООТВЕДЕНИЕ

Под водоотведением мы подразумеваем системы бытовой и ливневой канализации, которые тоже являются важнейшей частью всей сферы городского ЖКХ. Однако в нашем моделировании мы оставили за скобками собственно ливневые системы. Причина тому, во-первых, существенный дефицит исходных муниципальных данных, где проблематика реконструкции и развития ливневых систем фактически игнорируется, а соответствующие инвестиции практически не заложены в перспективные планы реформирования

городских систем ЖКХ. Все это делает попытки моделирования ливневых сетей малопродуктивными. Во-вторых, практика российского рынка полимерных труб для ЖКХ показывает, что доля продаж, приходящихся на ливневые канализационные трубопроводы, составляет не более 10% от всего объема реализации в сегменте канализационных труб.

Вернемся к системам отведения бытовых стоков. Исторически развитие систем водоотведения заметно отставало от развития централизованного водоснабжения. К началу XX века только в нескольких городах России стали появляться системы централизованного отвода стоков. Очистные сооружения были построены, по сути, только в Москве, а во всех остальных городах дождевые и бытовые стоки сбрасывали как придется непосредственно в реки и водоемы. Такая ситуация сохранялась вплоть до середины XX века, и лишь в 1960-е годы началось масштабное строительство очистных сооружений, а также систем транспортировки бытовых стоков. Наибольшее распространение получила раздельная схема водоотведения, в которой хозяйственно-бытовые стоки отделялись от дождевых, что позволило более экономно использовать мощности очистных станций.

Существует два вида канализационных коллекторов: самотечные, в которых поступающие стоки текут самостоятельно за счет перепада высот вдоль по профилю трубопровода, и напорные, где жидкость находится под давлением, создаваемым насосными станциями. Самотечные коллекторы чаще всего представлены чугунными, керамическими, асбестоцементными и железобетонными трубами. Напорные трубопроводы канализации, а также дюкеры (участки, проложенные под руслами рек или других естественных или искусственных преград) выполнены чаще всего из стали.

В отличие от водоснабжения, где по сетям подается очищенная вода, канализационные сети имеют дело с агрессивными жидкостями, которые содержат как твердые частицы, так и химически активные соединения. Поэтому внутренние поверхности канализационных коллекторов подвергаются механическому воздействию и химической эрозии. Стальные напорные трубы быстро корродируют, а железобетонные коллекторы разрушаются от газовой эрозии. Это обуславливает меньший, чем в водоснабжении, нормативный срок службы стальных и железобетонных трубопроводов. Кроме того, одной из основных проблем железобетонных и керамических труб является негерметичность стыков, из-за чего жидкая среда, поступающая изнутри трубопровода, постепенно размывает окружающий грунт, создавая угрозу провала. Это может привести к трагическим последствиям: случаи, когда в подобные провалы попадают люди и машины, увы, не редкость.

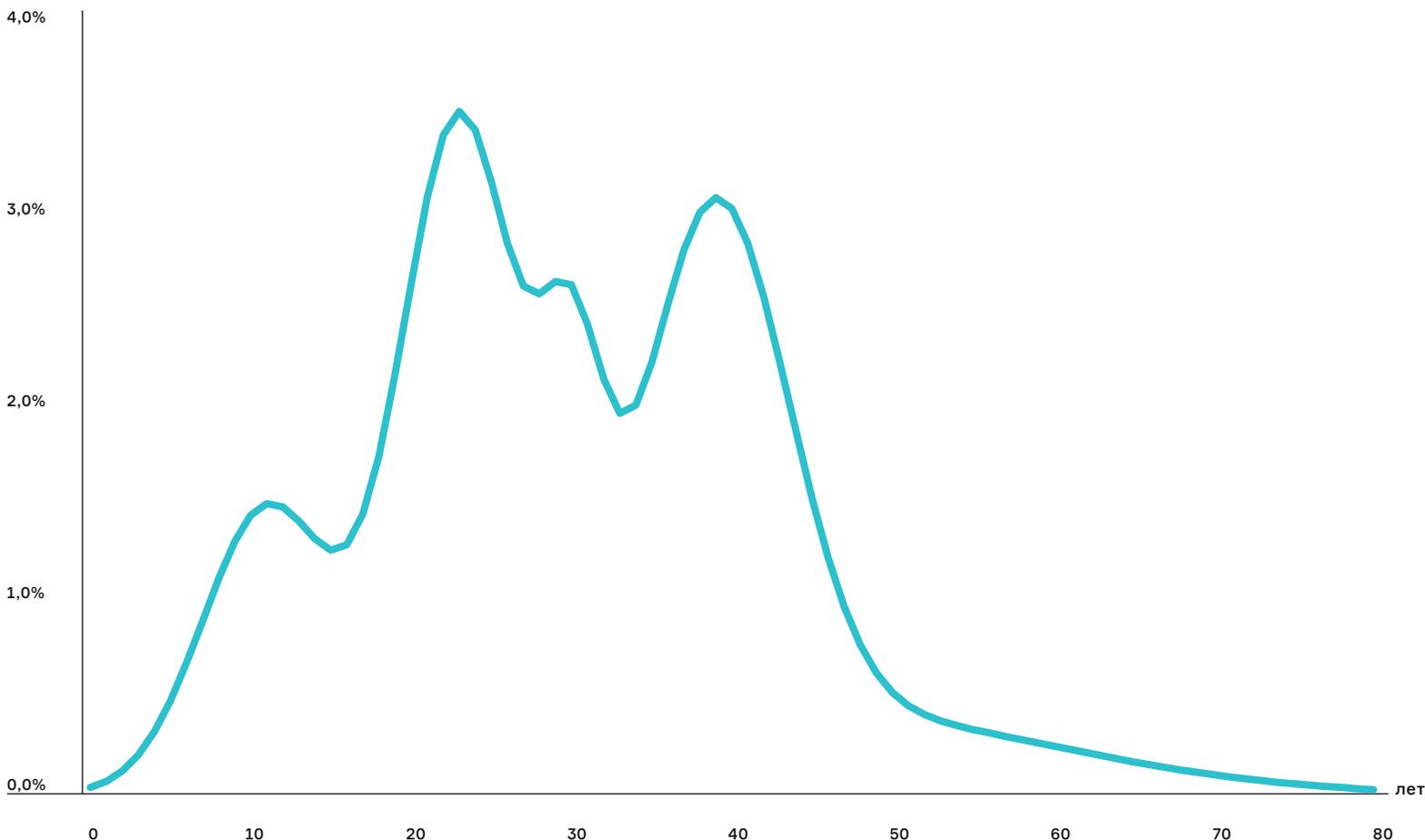
Как и в случае с сетями водоснабжения, канализационные сети делятся на квартальные, уличные и магистральные, различающиеся по диаметру и используемым материалам. Квартальные сети выполнены в основном из чугунных и керамических труб, в то время как коллекторы среднего и большого диаметра — из железобетонных. Трубы из полимерных материалов применяются как для обновления и ремонта старых сетей, так и при строительстве новых. Для

самотечных коллекторов используют гофрированные трубы из полиэтилена диаметром от 125 до 2400 мм. Подобные трубы обладают химической и механической стойкостью к агрессивным транспортируемым средам, а также большой кольцевой жесткостью, что позволяет прокладывать их на глубине, не опасаясь повреждений от давления грунта. Трубы для напорной канализации в целом идентичны трубам для холодного водоснабжения.

Для построения моделей сетей в сфере водоотведения мы применили в целом тот же подход, что и для случая холодного водоснабжения, учтя неоднородный спектр трубопроводов по диаметрам и протяженности для городов с различной численностью населения. В случае с канализационными сетями эта неоднородность имеет еще более выраженный характер из-за в среднем больших применяемых диаметров на магистральных участках сетей.

Рис. 28. Усредненный возрастной профиль сетей городского отведения бытовых стоков

Доля участков с указанным возрастом от суммарной протяженности сетей



В отличие от водоснабжения, усредненный возрастной профиль канализационных сетей в России имеет куда более сложное строение и имеет три ярко выраженных пика. Объяснение его с позиций исторического развития канализационных систем представляет определенные трудности. Здесь мы можем только предполагать, что первый из пиков соответствует массовому параллельному строительству централизованных систем водоотведения по всей стране и относится к 1970-м годам. Второй пик, наиболее интенсивный, отвечает второму витку инвестиций в системы водоотведения времен СССР, пришедшемуся на конец 1980-х годов и связанному с реновацией ранее построенных сетей в связи с отмеченным выше существенно более коротким сроком службы канализационных трубопроводов из-за ускоренной коррозии и деградации. Вероятно, еще одним вкладом в этот пик является масштабная реновация сетей в крупных городах, где первоначальный фонд был создан еще до первого витка в 1970-е годы. А вот происхождение третьего, наименее интенсивного пика, относящегося к началу 2000-х годов, объяснить действительно трудно, учитывая, что ни в одном из выше рассмотренных сегментов не наблюдался всплеск инвестиций в обновление фондов до середины 2000-х годов (см. Рис. 28).

Как бы то ни было, применение данного возрастного профиля при расчете показателей для трех сценариев развития сетей канализации дает следующие значения. Для консервации сложившегося износа в сетях в 2015–2025 годы нужно заменить 22,3% фонда (в терминах массы), что соответствует годовым темпам 2,2% при равномерном поступлении инвестиций за этот период (сценарий «Консервативный»). Для реализации сценария «Оптимистический», то есть для замены всей части фонда, которая уже находится за границами нормативного срока эксплуатации, годовые темпы в 2015–2025 годах должны составлять уже 4,7%, то есть вдвое больше. А для осуществления сценария максимального развития («Перспективный») за 10 лет нужно обновить 76,8% трубопроводов в сетях канализации, то есть по 7,7% ежегодно.

ВКЛАД НОВОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Вернемся теперь к той первоначальной задаче, которая стояла перед нами в ходе данного моделирования. Мы задались целью рассчитать различные сценарии спроса на полимерные материалы со стороны сферы городского ЖКХ. Получив модели сетей различных категорий в масштабах всей страны и рассчитав необходимые темпы замены для различных сценариев развития, мы, по сути, получили ту составляющую спроса, которая относится к реконструкции и поддержанию существующего фонда. Вместе с тем никто не отменял и новое, первичное строительство коммунальных сетей водоснабжения и канализации. Оно связано, очевидно, с развитием городов, строительством новых жилых домов и кварталов, которые должны быть обеспечены централизованными сетями холодного и горячего водоснабжения, теплоснабжения и водоотведения. Вклад данного фактора мы постарались оценить, используя следующее фундаментальное предположение: прирост централизованных коммунальных

сетей касается только квартальных и уличных сегментов. Это связано с тем, что новое жилищное строительство в России не носит столь масштабного характера, чтобы предъявлять какие-то принципиально более высокие требования к пропускной способности магистральных систем. Это предположение подкрепляется и тем чисто качественным соображением, что численность населения в границах России существенно сократилась относительно советского периода, когда и проектировались магистральные сети, причем с приличным запасом по пропускной способности. Кроме того, сама динамика жилищного строительства в последние годы не впечатляет, а прогноз на ближайшие годы вообще негативный. Поэтому мы также используем довольно слабое, но существенно упрощающее расчеты предположение о неизменности вклада нового строительства на весь период с 2015 по 2025 год.

Методика оценки вклада нового жилищного строительства основывается на анализе данных Росстата, во-первых, о динамике ввода новых квартир в границах муниципальных образований, во-вторых, о среднем количестве жильцов, приходящихся на одно домохозяйство по всем анализируемым городам. Эти данные дают представление о приросте не постоянного населения городов как такового, а о приросте некоего эффективного показателя, по смыслу являющегося чем-то вроде «численности потребителей коммунальных услуг». Пересчет соответствующей динамики исходя из ранее установленных нами зависимостей в полимерную массу дополнительных коммунальных сетей дает искомые величины вклада нового жилищного строительства в перспективный спрос на полимеры со стороны городского ЖКХ.

ПРОГНОЗНЫЕ СЦЕНАРИИ

Итак, моделирование городских коммунальных сетей в масштабах России (с учетом сделанных ранее оговорок и допущений) и построение сценариев развития дает следующие значения темпов ежегодной замены трубопроводного фонда в каждом сегменте для каждого из сценариев в период с 2015 по 2025 годы (Табл. 4).

Если принять, что параметры сценария «Консервативный» для трех категорий коммунальных сетей отвечают в целом фактическим темпам реконструкции, имеющим место на сегодняшний день, и применив их к установленным в рамках моделирования массовым характеристикам трубопроводных систем, можно оценить, насколько невелика роль вклада, составляемого новым жилищным строительством по сравнению с мероприятиями по реконструкции. Для холодного водоснабжения величина этого вклада составляет лишь 11% от объемов, потребляемых при замене сетей, для бытовой канализации — 9%. И лишь в сегменте горячего водоснабжения и теплоснабжения эта доля достаточно велика — 61% (см. Рис. 29).

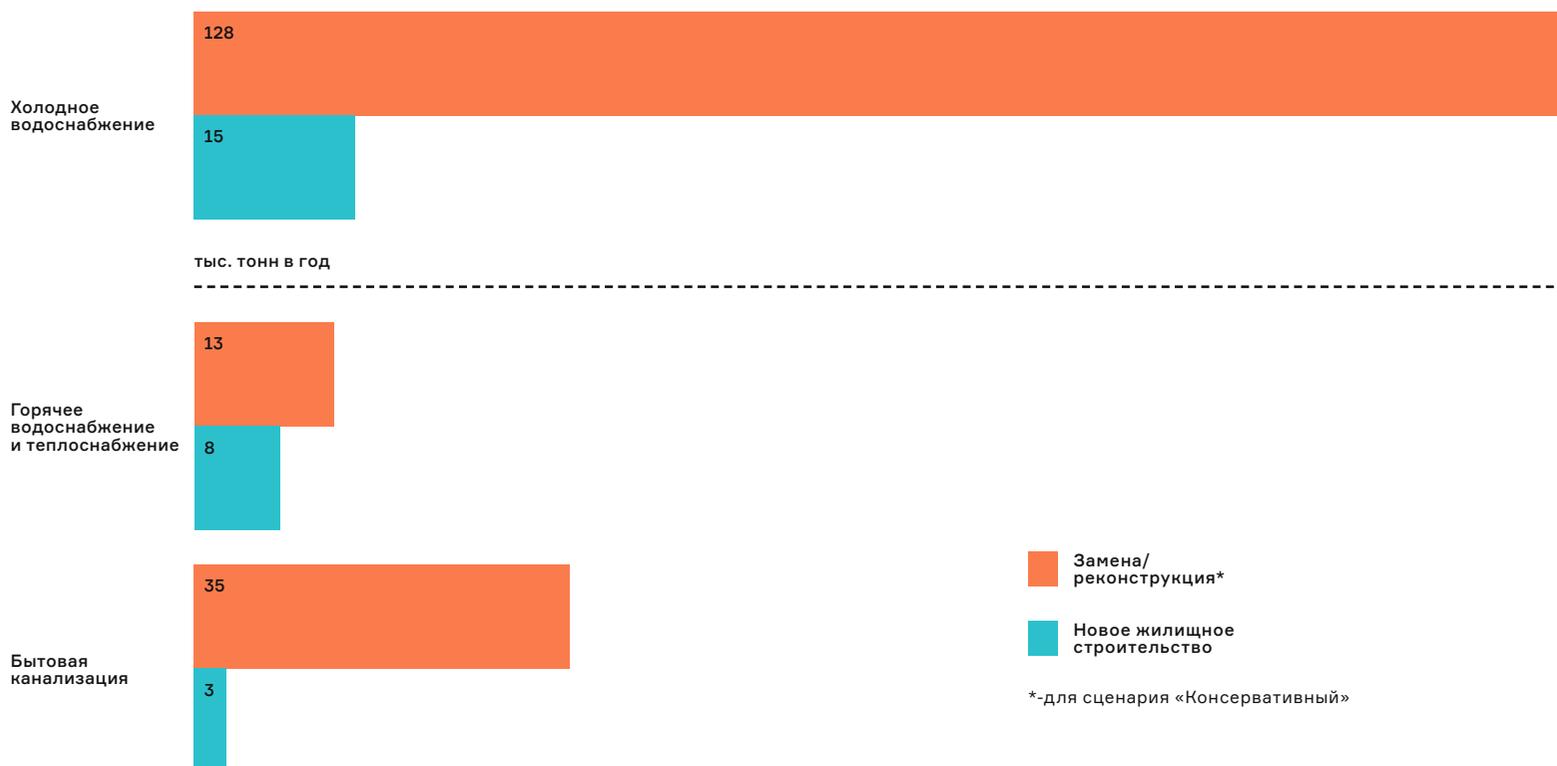
Таким образом, подтверждается наше изначальное предположение о том, что именно реконструкция и обновление существующих коммунальных сетей формирует основную часть перспективного спроса на полимеры со стороны городского ЖКХ. Итоговая оценка такого спроса при различных сценариях темпов реконструкции сетей

Табл. 4. Сводные данные по ежегодным темпам замены трубопроводов в городском ЖКХ для различных сценариев

КАТЕГОРИЯ СЕТЕЙ	СЦЕНАРИИ		
	«Консервативный»	«Оптимистический»	«Перспективный»
Холодное водоснабжение	2,1%	6,4%	7,8%
Горячее водоснабжение и теплоснабжение	2,6%	3,7%	6,5%
Бытовая канализация	2,2%	4,7%	7,7%

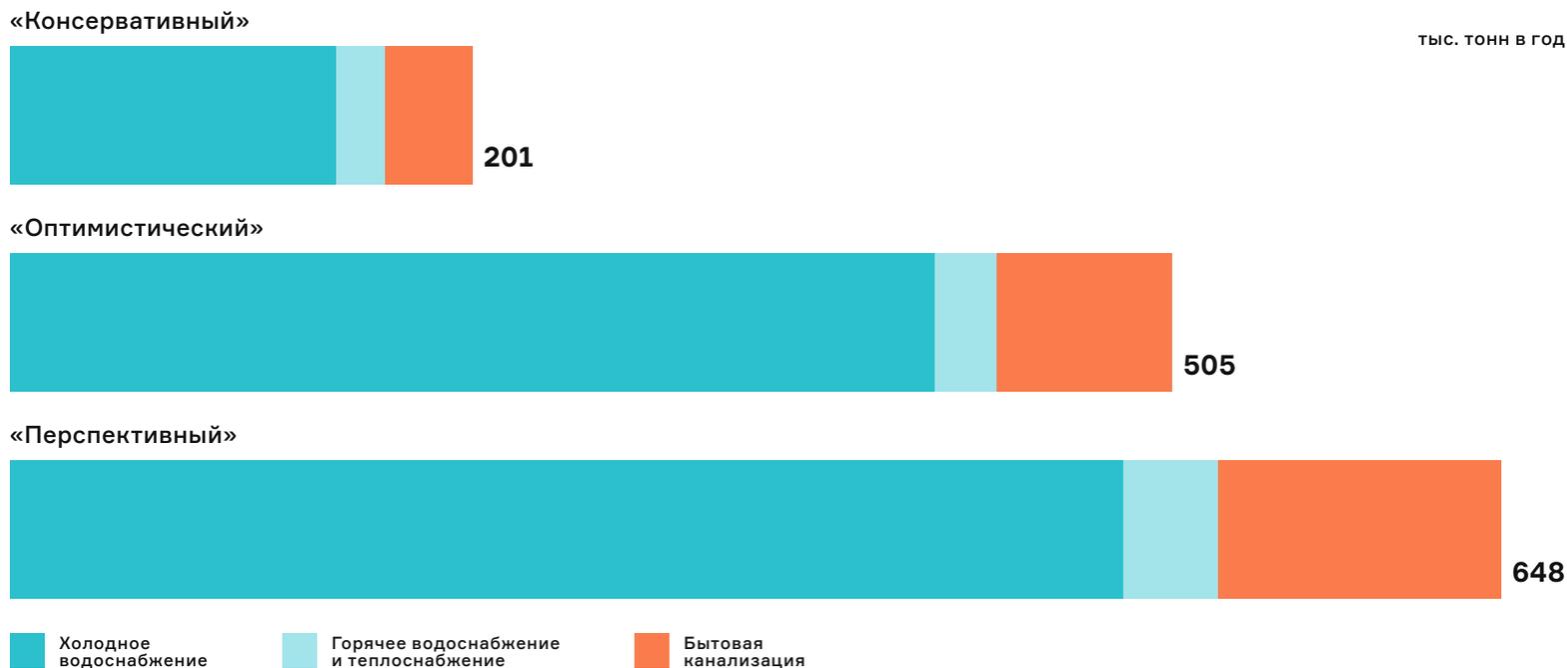
Источник: анализ RUPEC

Рис. 29. Соотношение потребности в полимерных трубах при реконструкции сетей и новом строительстве для различных коммунальных систем



Источник: анализ RUPEC

Рис. 30. Потенциальный спрос на трубные полимеры со стороны городского ЖКХ при различных сценариях с учетом нового жилищного строительства



Источник: анализ RUPEC

с учетом постоянного вклада от нового жилищного строительства представлена на Рис. 30. Как можно видеть, выбор той или иной инвестиционной стратегии в части реконструкции коммунальных сетей может формировать более чем втрое различающийся спрос на трубные полимерные материалы. Причем основной вклад в этот спрос при любом сценарии дают системы холодного водоснабжения.

Стоит отметить, что, несмотря на то, что в нашем моделировании в качестве единственного полимера рассматривался полиэтилен, в принципе, с учетом необходимых поправок на плотность и типовые конструктивные исполнения аналогичные по порядку величин цифры могут быть получены и для других полимеров. Поэтому мы склонны интерпретировать наше моделирование как оценку суммарного спроса на полимерное сырье со стороны городского ЖКХ вне зависимости от конкретного типа.

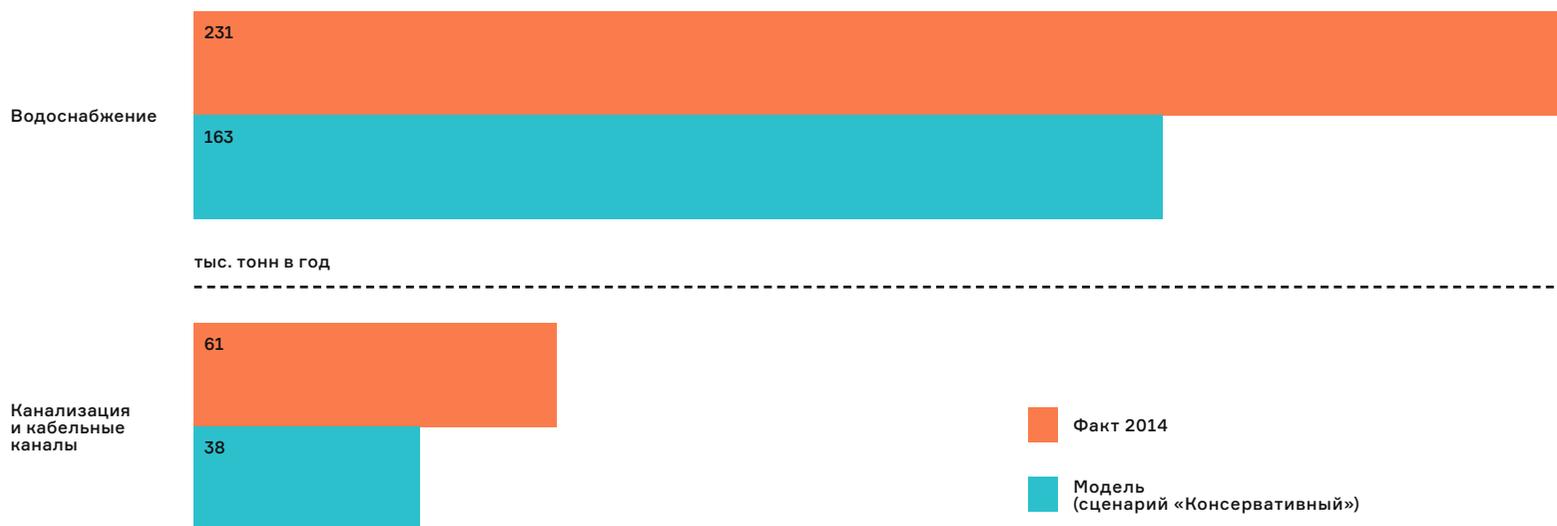
ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ

В силу отсутствия конкретной статистики достаточно сложно проверить точность нашей модели прямым образом, но можно сделать это косвенно. Если принять, например, что параметры рассчитанного нами Консервативного сценария в целом отражают

реальную ситуацию в сфере городского ЖКХ, то полученные значения массы полиэтилена в тех или иных категориях сетей можно сравнивать с известной из рыночной статистики структурой рынка.

Так, в 2014 году все сегменты городского ЖКХ (без газоснабжения, понятно) потребили 292 тыс. тонн полиэтилена, при этом 231 тыс. тонн пошла на трубы для водоснабжения (холодного, горячего и теплоснабжения), 61 тыс. тонн — на канализационные трубопроводы и трубы для прокладки кабельных сетей. Сопоставление этих цифр с данными модели для Консервативного сценария показывает, что наш расчет занижает потребность в полимерном сырье (см. Рис. 31).

Рис. 31. Сопоставление фактических и расчетных значений потребления полиэтилена для различных сетей городского ЖКХ



Источник: анализ RUPEC

К преимуществам нашего расчетного подхода стоит отнести тот факт, что, несмотря на очень большие неопределенности в исходных данных и сам масштаб моделирования, результаты оказываются верными по крайней мере по порядку величин и по соотношению значений. Так, фактические данные 2014 года дают распределение 79% на 21% в пользу сетей водоснабжения, наш расчет — 81% против 19%, что в границах точности самого подхода.

Отсутствие же достоверного попадания в фактические значения можно объясняться различными причинами. Во-первых, рассчитанные нами темпы замены сетей для Консервативного сценария являются именно расчетными. Не исключено, что фактически темпы

замены сетей сегодня несколько выше, что и дает более высокие реальные значения массы полиэтилена. Например, результаты модели «попадают» в факт с высокой точностью, если задаться темпами замены на 42% большими, чем в сценарии «Консервативный» (в районе 3%). Во-вторых, играют роль и наши исходные допущения и ограничения. Например, мы сознательно не рассматривали сферы ливневой канализации и кабельных каналов (по причине невозможности их численного учета), а ведь они дают пусть небольшой, но вклад в фактическую цифру потребления полиэтилена в этом сегменте.

Однако, мы считаем, что меньшие значения расчетных масс для сценария «Консервативный», нежели фактические, связаны главным образом с тем, что в своем подходе мы учли только потребности со стороны сферы реконструкции и замены сетей, а также нового жилищного строительства. А ведь спрос на полиэтилен в трубном сегменте предъясвляется также и в промышленном, инфраструктурном и коммерческом строительстве. Выше обсуждалось, сколь велика на рынке полиэтиленовых труб роль крупных федеральных проектов, отнести никак нельзя отнести к жилищному строительству. В то время крупные проекты чаще всего предполагают создание магистральных сетей большого диаметра (в водоподведении и водоотведении), а ведь именно эта категория сетей формирует максимальный эквивалент в массе полиэтилена. В качестве примера можно привести строительство Балтийской АЭС в Ленинградской области. Проект предполагает строительство трех ниток водоводов диаметрами 1200 и 1400 мм протяженностью около 13 км. Один только этот участок коммуникаций в рамках проекта эквивалентен более чем 13 тыс. тонн полиэтилена, а это около 6% рынка в сегменте водоснабжения в 2014 году! Проблема учета строительства магистральных сетей присутствует и в самой сфере развития ЖКХ. Пример — магистральный водопровод Москва—Одинцово длиной 23 км с пропускной способностью 60 тыс. м³ в сутки. Его масса составит более 3 тыс. тонн. Получается, что достаточно в модели не учесть два-три подобных проекта, чтобы получить значительную ошибку. Вероятно, именно этим и объясняются полученные расхождения.

Проблема учета крупных проектов на длительную перспективу еще сложнее. В текущих экономических условиях с кризисными проявлениями очень многие крупные инвестиционные программы в инфраструктурной и промышленной сферах заморожены с совершенно неясными перспективами, поэтому нет никакой возможности закладывать их в моделирование «поименно». Так что при использовании полученных нами в прогнозных сценариях данных о развитии потребления полимеров в сфере ЖКХ стоит иметь в виду наличие некой достаточно значимой составляющей, связанной с крупными проектами.

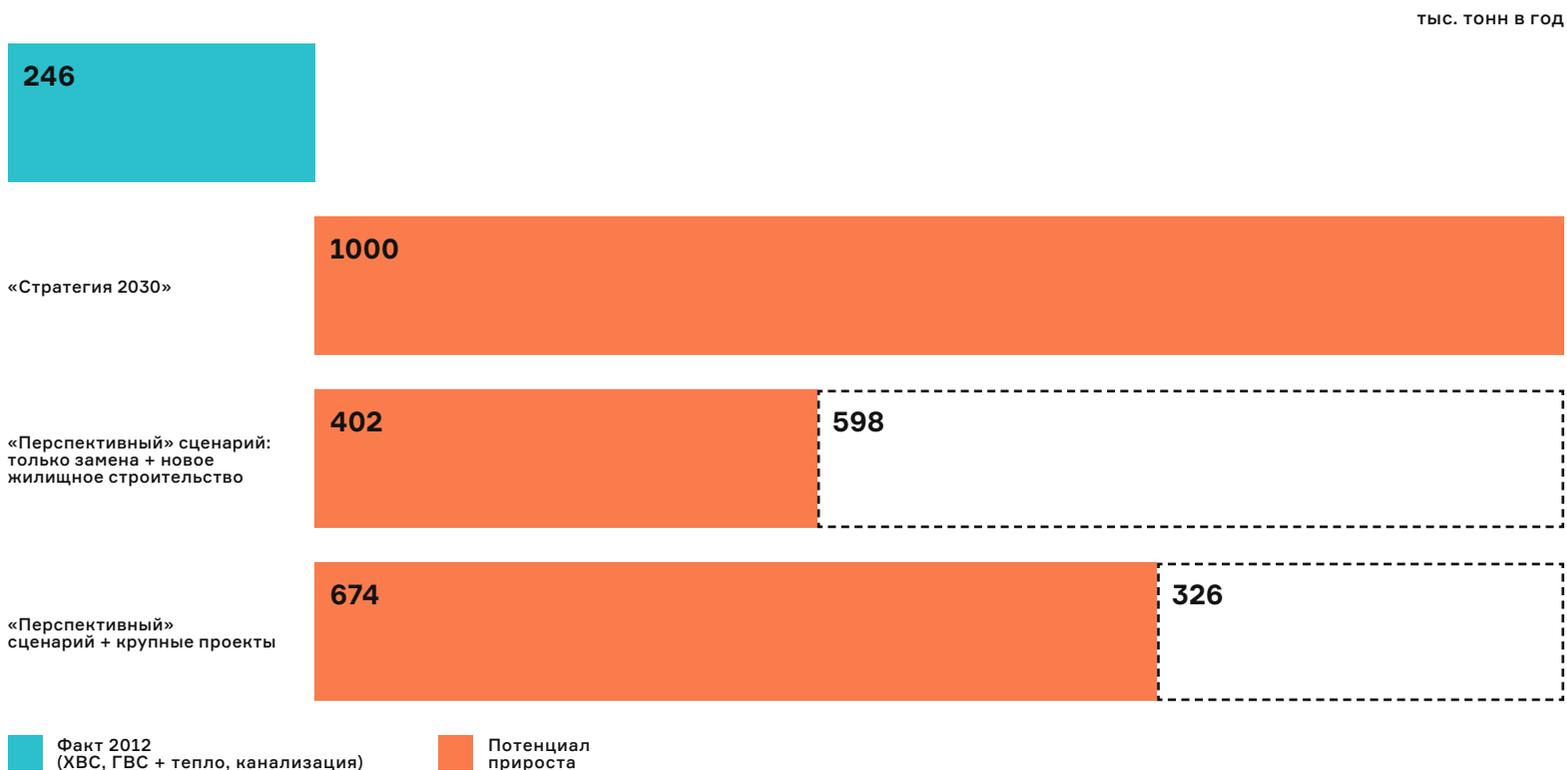
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, наиболее емкий с точки зрения спроса на полимеры в сфере городского ЖКХ сценарий предполагает темп замены коммунальных сетей холодного водоснабжения 7,8% (в массовом выражении) ежегодно, сетей горячего водоснабжения и теплоснабжения — 6,5%, сетей бытовой канализации — 6,5%. В этом случае ожидаемые годовые спрос может составить 648 тыс. тонн.

Вернемся теперь к оценке потенциального спроса со стороны ЖКХ относительно уровня 2012 года, представленную специалистами SPG в «Стратегии 2030». Как было указано выше, она составляет дополнительно 1 млн тонн. Это цифру можно сравнить с нашими расчетами. Так, в 2012 году суммарное потребление полиэтилена в трех рассматриваемых нами сегментах (холодном водоснабжении, теплоснабжении и ГВС, бытовой канализации) составило 246 тыс. тонн. Таким образом, потенциал прироста спроса при условии реализации темпов замены изношенных сетей в параметрах сценария «Перспективный» составляет 402 тыс. тонн. Если же учесть «потерянный» в наших расчетах вклад крупных инфраструктурных и промышленных строек, оценив его в простой пропорции из данных 2014 года, то этот потенциал может увеличиться до 674 тыс. тонн в год (см. Рис. 32)

Таким образом, даже при самых благоприятных раскладах и оценках по самым высоким границам перспектива, представленная в «Стратегии 2030», представляется излишне оптимистичной. Впрочем, как мы уже отмечали, неизвестно, что имелось в виду в «Стратегии 2030» под сферой ЖКХ — возможно, туда были включены сети не только городского ЖКХ, но и сети газоснабжения, в том числе развитие программ газификации.

Рис. 32. Различные оценки потенциального спроса со стороны ЖКХ



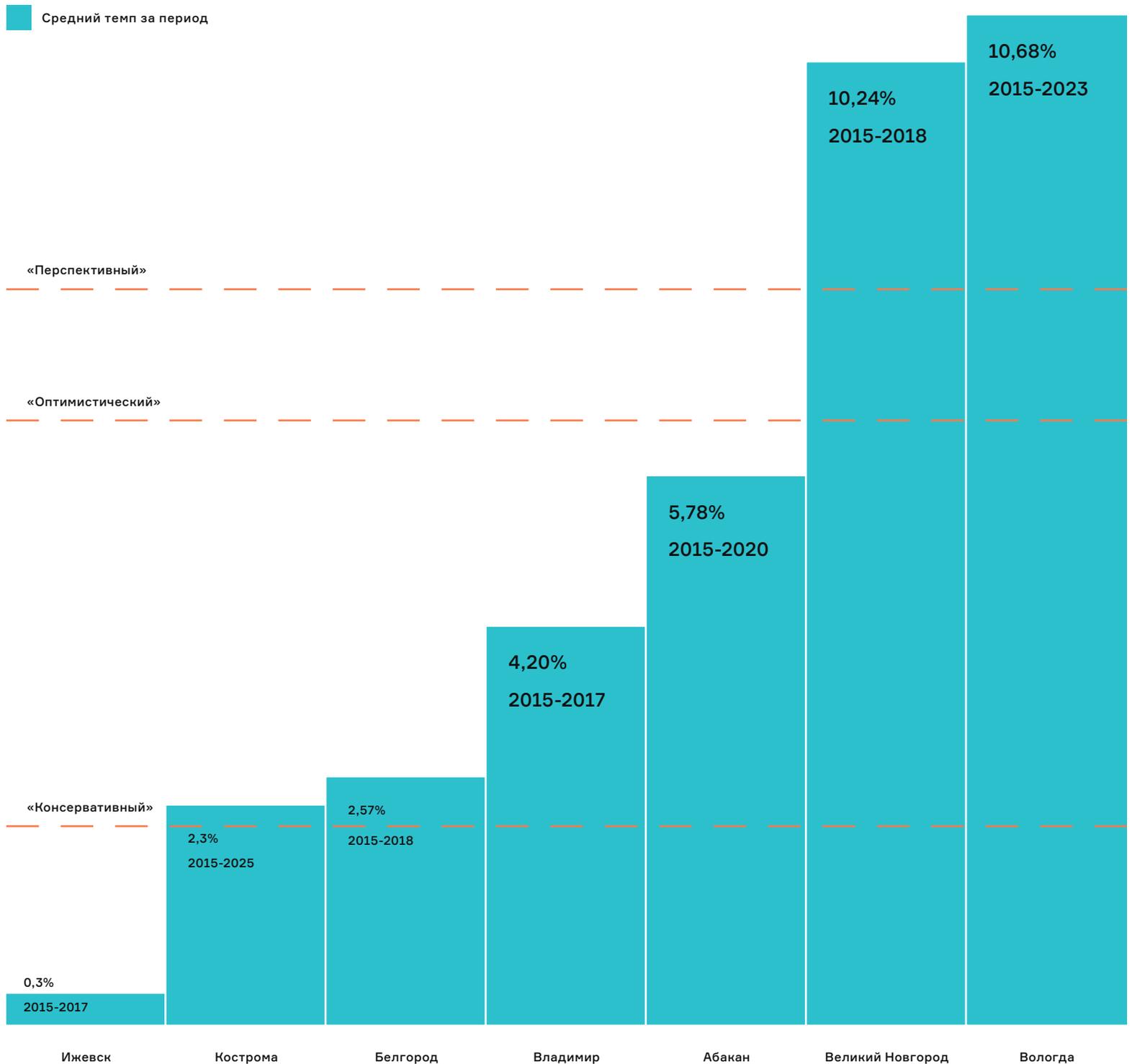
Источник: SPG, анализ RUPEC

В любом случае реальные планы большинства городов и муниципальных образований в части реконструкции изношенного трубного фонда в сфере ЖКХ существенно отстают от параметров нашего сценария «Перспективный». На Рис. 33 показано сопоставление средних за период планирования предполагаемых темпов замены сетей холодного водоснабжения (в процентах к общей массе сети в эквиваленте полиэтилена, рассчитанной в нашей модели), с параметрами трех сценариев.

Здесь пример Абакана, кстати, демонстрирует исключительную важность для спроса на полимеры мероприятий по замене именно магистральных сетей. Так, указанный темп замены приведен без учета проекта по замене в 2017 году магистрального водовода диаметром 800 мм и протяженностью 16,4 км. Один только этот проект в случае использования полиэтиленовых труб, конечно потребует 2,3 тыс. тонн полимера и даст эффективный темп замены в 40%, а средний за период планирования темп вырастет с указанных 5,8% до 12,6%, то есть выше параметров сценария «Перспективный».

Стоит также отметить: анализируя планы муниципальных образований по реконструкции сетей ЖКХ, мы пришли к заключению, что в них очень мало уделено внимание сетям канализации, в особенности ливневой. По нашему мнению, это крайне серьезное упущение,

Рис. 33. Параметры модельных сценариев и реальные планы выборочных городов по замене сетей холодного водоснабжения



поскольку износ сетей канализации представляет для благополучия жителей городов и экологии существенно большую угрозу, чем износ сетей холодного водоснабжения. То же касается и ливневой канализации: недостаточность ее развития и аварийное состояние ярко проявились дождливым летом 2015 года, когда сразу несколько крупных городов оказались фактически затоплены. Не обошло это, кстати, и столицу России.

Таким образом, ключевым условием возникновения значительного (в сотни тысяч тонн в год) дополнительного спроса на полимеры со стороны городского ЖКХ является, во-первых, стабильное и достаточное выделение бюджетных средств на программы реконструкции, темпы которой будут кратно превосходить текущие, а во-вторых, акцент на трубопроводы магистрального типа, то есть большого диаметра и протяженности.

Исследование подготовлено коллективом авторов под общей редакцией **А. Костина**
Цитирование материалов допускается исключительно с указанием ссылки на источник.
Цитирование на интернет-ресурсах допускается с использованием активной
гиперссылки на www.rupesc.ru

