

Сравнительный анализ характеристик трубопроводов из различных материалов, используемых для строительства и реконструкции систем водоснабжения города Минска

Тарасевич Е. К.¹, Дубенок С. А.²

¹УП «Минскводоканал», Минск, Республика Беларусь,

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье приведен анализ характеристик материалов трубопроводов, используемых на системах хозяйственно-питьевого водоснабжения города Минска, рассмотрены вопросы применения труб из различных материалов для строительства и реконструкции систем водоснабжения в г. Минске.

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения представляет собой комплекс устройств и сооружений для забора, подготовки (при необходимости), аккумулирования (хранения), подачи и распределения питьевой воды к местам ее потребления.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение города Минска осуществляется из подземных и поверхностного источников.

Водопроводная система города Минска включает: 17 подземных водозаборов, расположенных как в черте города, так и за его пределами, и одну очистную водопроводную станцию (ОВС), подающую воду из поверхностного источника – резервного водохранилища «Крылово»; около 3170 км водопроводных сетей хозяйственно-питьевого водоснабжения и технического водоснабжения.

Бесперебойное водоснабжение потребителей питьевой и технической водой, контроль ее качества на соответствие гигиеническим нормативам является основной задачей производства «Минскводопровод», являющегося структурным подразделением УП «Минскводоканал». Эксплуатация водопроводных сетей осуществляется 4 сетевыми районами производства «Минскводопровод»: 1-й район обслуживает сети Советского, Центрального и Первомайского района, 2-й район – сети Заводского, Партизанского, Ленинского районов и н. п. Колядичи, 3-й район – сети Октябрьского и Московского районов, 4-й район – сети Фрунзенского и Центрального районов Минска.

Возрастная структура сетей водоснабжения г. Минска приведена на рис. 1.

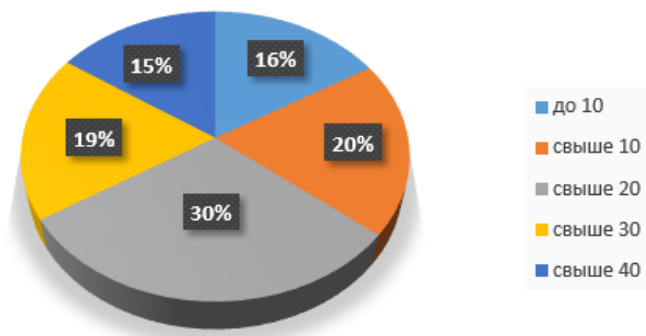


Рис. 1. Возрастная структура сетей водоснабжения города Минска

Анализ возрастной структуры сетей водоснабжения города Минска с учетом материала сетей и нормативных сроков их службы, установленных в [1], указывает, что значительная доля сетей систем водоснабжения в Минске с учетом их материала близки к окончанию гарантийного срока службы или уже исчерпали его и, соответственно, требуют замены или текущего ремонта.

Структура сетей водоснабжения г. Минска по используемым материалам трубопроводов, приведена на рис. 2.

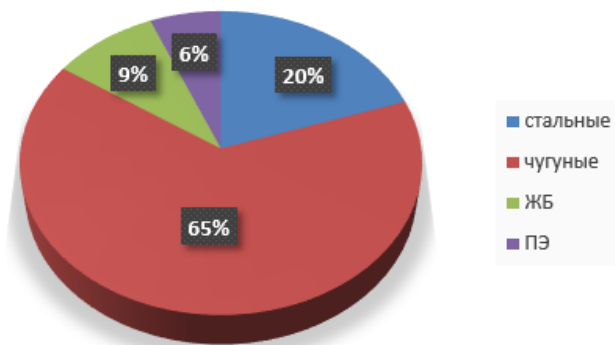


Рис. 2. Структура сетей водоснабжения города Минска по используемым материалам трубопроводов

Сравнительная характеристика материалов трубопроводов, используемых для строительства и реконструкции систем водоснабжения в городе Минске позволяет сделать вывод, что в настоящее время 65 % сетей водоснабжения города выполнены из чугуна, нормативный срок службы которого в соответствии с национальным законодательством составляет не более 50 лет. 20 % от всех сетей города представляет собой стальные конструкции с нормативным сроком службы не более 20 лет. Около 15 % составляют пластмассовые и железобетонные трубопроводы с нормативным сроком службы до 30 лет.

Разрушение сети в процессе ее износа является одной из актуальных проблем при осуществлении водоснабжения, поскольку проблема высокой степени износа сетей водоснабжения напрямую может приводить к ухудшению качества воды, подаваемой населению. Наиболее распространенными способами решения данной проблемы являются полная замена участков сети, своевременное проведение ремонта участков сети и реновации водопроводной сети.

Основными техническим нормативными правовыми актами, регламентирующими проектирование и строительство систем питьевого водоснабжения и сооружений на них, являются СН 4.01.01-2019 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [2].

К ремонту водопроводных сетей относят заваривание трещин, переломов, свищей, установку хомутов. Целью любого ремонта является поддержание и восстановление первоначальных эксплуатационных качеств сети в целом или ее отдельных участков.

Также при реконструкции сетей используют понятие «реновация». Реновация представляет собой безопасный и наиболее эффективный способ восстановления участков сети, утративших свои эксплуатационные характеристики, на новые. Данный способ можно реализовать поэтапно и занимает он меньше времени, чем полная замена сети.

В настоящее время в мире активно применяются бестраншейные методы, которые могут использоваться как для ремонта трубопроводов, так и для их прокладки. Существуют несколько методов бестраншейного ремонта – метод прокола, продавливания, труба в трубе, метод «чулка».

Метод прокола, как элемент бестраншейной технологии укладки трубопровода, наиболее эффективен при прокладке под естественными и искусственными препятствиями без нарушения их функционирования. При этом, как показывают исследования, такой метод наиболее эффективен для прокладки стальных и полиэтиленовых трубопроводов диаметров 100–500 мм.

Метод продавливания предназначен для укладки металлических труб большого диаметра (от 800 мм). Главной особенностью является отсутствие

необходимости выкапывания траншеи. Используется для укладки трубопроводов длиной до 80 метров.

Метод «труба в трубе» наиболее эффективен за счет минимального проведения земляных работ. В данном методе новая труба протягивается (проталкивается) в старый изношенный трубопровод, который используется, как корпус для новой. При данном методе применяют полиэтиленовые трубы.

Метод «чулка» относится к наиболее простым и эффективным способам восстановления трубопровода при мелких повреждениях и коррозии. Для санации трубопроводов могут подбираться чулки разного размера и сечения. После установки чулка его наполняют воздухом или водой для того, чтобы он принял форму трубы и прочно зафиксировался на стенках.

В последнее десятилетие в Минске при осуществлении строительства и реконструкции сетей водоснабжения предпочтение отдают полиэтиленовым трубопроводам, поскольку они широко распространены на рынке и наиболее удобны для реноваций при использовании метода «труба в трубу». При этом на полиэтилен заменяют в основном стальные и чугунные трубопроводы.

Стальные трубы также достаточно широко применяются при строительстве производственных и хозяйственно-питьевых систем водоснабжения. Это прочные изделия, способные выдерживать значительные нагрузки, но с ограничениями в применении, обусловленными промерзанием и низкой устойчивостью к образованию коррозии и различных отложений [3].

Чугун – один из первых материалов для прокладки сетей водоснабжения. В настоящее время широко применяется высокопрочный чугун с шаровидным графитом, который, благодаря высокому содержанию углерода, обладает всеми традиционными качествами чугунов: высокой прочностью на сжатие, высокой усталостной прочностью, хорошими литейными свойствами, износостойкостью, поддается механической обработке.

Для изготовления бетонных трубопроводов используется сверхпрочный бетон. Бетонный трубопровод стоит относительно недорого, отличается большими сроками эксплуатации и не требует сложного ухода. Высокая прочность позволяет бетонным магистралям выдерживать большие нагрузки. Благодаря этой способности их прокладывают под железными и автомобильными дорогами [5]. При этом одним из недостатков железобетонных труб является их подверженность коррозии в короткие эксплуатационные сроки, что приводит к образованию трещин в теле трубы.

Полиэтиленовые трубопроводы для хозяйственно-питьевого водоснабжения изготавливают из полиэтилена марок, разрешенных органами здравоохранения [5]. Такие трубопроводы имеют высокую стойкость к гидроабразивному износу, что обуславливает целесообразность их применения для

транспортировки жидкостей с содержанием твердых частиц. В напорных трубопроводах абразивному износу будут подвергаться в первую очередь места сужений и поворотов. Износ в полиэтиленовых трубах существенно меньше, чем в аналогичных условиях на поворотах стальных труб.

Быстрое и эффективное строительство или реконструкция участка водопроводной сети зависит от гидрогеологических условий, способа подключения, длины участков труб, веса элементов или объема подготовки основания под трубопровод.

Реновацию трубы целесообразно задействовать, когда требуется восстановить работу трубопровода после аварии, износа. Для замены в основном пользуются полиэтиленовыми трубами. Стальные трубы чаще подвержены коррозии. Предотвратить коррозию и разрушение водопроводной сети возможно лишь путем оперативной реновации сетей.

Важным фактором при выборе материала сети водоснабжения является также отсутствие вторичного загрязнения воды в процессе ее транспортировки по сети водоснабжения, что, как показывают исследования, наиболее характерно для стальных труб. В процессе их эксплуатации наиболее распространенным видом вторичного загрязнения являются продукты коррозии металлов, которые повышают в питьевой воде содержание железа.

Исследование состояния сетей водоснабжения с определением наиболее эффективных способов их реновации проводилось на одном из сетевых районов водоснабжения Минска – Фрунзенском.

Сети водоснабжения во Фрунзенском районе Минска на январь 2023 г. по материалам трубопроводов распределяются следующим образом:

- железобетонные трубопроводы – 1,3 %;
- стальные трубопроводы – 14,2 %;
- полиэтиленовые трубопроводы – 29,3 %;
- чугунные трубопроводы – 55,2 %.

Таким образом, структура сетей водоснабжения Фрунзенского района по используемым материалам трубопроводов несколько отличается от Минска в целом. Полиэтиленовые трубы составляют чуть менее 30 % сетей водоснабжения Фрунзенского района, в отличие от среднего показателя по городу, где доля полиэтиленовых труб составляет всего 6 %.

Динамика строительства наружных сетей водоснабжения Фрунзенского района Минска за 2019–2022 гг. по материалам трубопроводов в процентном выражении за текущий год приведена в табл.

Таблица

Динамика строительства наружных сетей водоснабжения Фрунзенского района Минска за 2019–2022 гг. (в процентном выражении за год)

Материал труб	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
полиэтилен (ПЭ)	75	44	89	77
сталь	1	5	1	7
чугун	20	5	1	4
футляр ПЭ	3	30	7	8
футляр сталь	1	16	2	4

Как показывает анализ табл., в настоящее время при строительстве сетей водоснабжения в Фрунзенском районе преобладают полиэтиленовые трубы, доля которых в различные годы составляет до 89 % от всех проложенных сетей водоснабжения.

При реновации участков сетей водоснабжения Минска предпочтение отдают также футлярам из полиэтиленовых трубопроводов.

Литература

1. Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 30.09.2011 № 161 «Об установлении нормативных сроков службы основных средств и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства экономики Республики Беларусь» (в ред. от 01.04.2017).

2. СН 4.01.01-2019 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

3. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 8731-74 Трубы стальные бесшовные горячеделиформированные. Технические требования.

4. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 6482-2011 Трубы железобетонные безнапорные. Технические условия.

5. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия.

УДК 628.3

Эффективность применения ультрафильтрации при очистке городских сточных вод

Иванов С. А., Аврутин О. А.

Группа компаний «Полимерконструкция»

Витебск, Республика Беларусь

Использование биореакторов с мембранным илоразделением позволяет оптимизировать стоимость жизненного цикла очистных сооружений и