

М. В. ШУВАЛОВ
Д. И. ТАРАКАНОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ТРУБ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

**USING PIPES FROM VARIOUS MATERIALS
FOR WATER SUPPLY PIPE LINE NETWORK**

Представлены результаты анализа данных о сетях водоснабжения населенных пунктов России по состоянию на 2016–2022 гг. Все населенные пункты разделены на семь групп в зависимости от числа жителей. Для каждой группы установлено распределение водопроводных сетей в зависимости от материала труб. Наибольшее распространение получили стальные и чугунные трубы, которые широко применялись на протяжении последних 100 лет. Построены графики ввода в эксплуатацию водопроводных сетей из различных материалов по годам. За последние 25 лет наибольшее распространение получили пластмассовые трубы. На их долю после 2010 г. приходится 86,5 % вновь построенных водопроводных сетей без учета данных по Москве и Санкт-Петербургу. Собрана информация о сроках ввода в эксплуатацию отдельных участков сетей водоснабжения. Наибольшее количество действующих водопроводных сетей построено в период с 1980 по 1989 гг. В целом по всем населенным пунктам превышен нормативный срок службы для 40,8 % сетей. В ближайшие годы прогнозируется значительное увеличение использования пластмассовых труб в общей протяженности водопроводных сетей.

Ключевые слова: водопроводная сеть, материал труб, гидравлические характеристики, протяженность сетей водоснабжения, нормативный срок службы

Стоимость строительства системы водоснабжения и последующей ее эксплуатации в значительной степени зависит от применяемых труб. Поэтому правильный выбор материала труб является важной задачей при проектировании объекта. От этого напрямую зависит безаварийное и бесперебойное функционирование системы водоснабжения в целом.

При выборе материала труб обычно учитываются следующие требования: хорошие в течение длительного периода гидравлические характеристики; высокая коррозионная стойкость; устойчивость к внешним нагрузкам; долговременная герметичность соединений;

Presents the analysis of data on Russian settlements water supply pipe line networks as of 2016-2022. All the settlements are divided into seven groups depending on the population size. For each group, the distribution of water supply line depending on the material of the pipes is established. The most widespread pipes are steel and cast-iron pipes, which have been widely used in the last 100 years. Schedules for the commissioning of water supply line from various materials by years have been constructed. Over the past 25 years, plastic pipes have become the most widely used. After 2010, they accounted for 86.5% of newly built water supply line, excluding data for Moscow and St. Petersburg. Information was collected on the timing of commissioning of individual sections of water supply line. The largest number of operating water supply pipe line networks were built in the period from 1980 to 1989. In general, in all settlements, the standard service life was exceeded for 40.8% of networks. The authors believe that there will be a significant increase in the number of plastic pipes in the total length of water supply pipe line networks in the next few years.

Keywords: water supply pipe line network, pipe material, hydraulic characteristics, length of water supply pipe line network, standard service life

простота монтажа и хорошая ремонтпригодность; низкая стоимость.

С учетом вышесказанного для устройства наружных водопроводных сетей на разных этапах развития промышленности и строительной индустрии применялись асбестоцементные, железобетонные, пластмассовые, стальные и чугунные трубы.

В статьях [1, 2] представлена информация о трубах канализационных сетей населенных пунктов Российской Федерации по состоянию на 2014–2019 гг. В данной работе обобщена информация о водопроводных сетях 221 населенного пункта России, которые размещены в 65 административных районах страны (табл. 1) по состоянию на 2016–2022 гг.

Таблица 1

Количество жителей, тыс. чел.	Количество населенных пунктов	Административный район*
Менее 5	57	Республика Адыгея (2) Республика Башкортостан (2) Республика Бурятия (1) Республика Дагестан (1) Республика Калмыкия (2) Республика Коми (2) Республика Крым (1) Республика Марий Эл (1) Республика Северная Осетия – Алания (3) Республика Татарстан (17)
От 5 до 10	24	Удмуртская республика (3) Республика Хакасия (2) Чеченская республика (5) Чувашская республика – Чувашия (2) Алтайский край (2) Камчатский край (2) Краснодарский край (6) Красноярский край (3) Пермский край (3)
От 10 до 50	83	Ставропольский край (6) Хабаровский край (2) Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (5) Ямало-Ненецкий автономный округ (3) Амурская область (2) Астраханская область (3) Белгородская область (2) Брянская область (3) Владимирская область (8) Волгоградская область (2) Вологодская область (1) Воронежская область (2) Ивановская область (2) Иркутская область (5) Калининградская область (4) Калужская область (4) Кемеровская область – Кузбасс (6) Кировская область (1) Костромская область (4) Курганская область (2) Курская область (1)
От 50 до 100	25	Ленинградская область (5) Магаданская область (1) Московская область (6) Мурманская область (7) Нижегородская область (2) Новгородская область (2) Омская область (3) Оренбургская область (1) Орловская область (1) Пензенская область (4) Ростовская область (8) Рязанская область (1) Самарская область (9) Саратовская область (2) Свердловская область (6) Смоленская область (5) Тамбовская область (2) Тверская область (4) Томская область (4) Тульская область (5) Тюменская область (3) Ульяновская область (1) Челябинская область (6) Читинская область (2) Ярославская область (3)
От 100 до 500	23	
От 500 до 5 000	7	
Свыше 5 000	2	

* В скобках указано количество населенных пунктов из данного административного района.

В табл. 2 представлены данные о средней протяженности водопроводных сетей в населенных пунктах и о распределении в них труб из различных материалов.

Анализ данных табл. 2 показывает, что даже в населенных пунктах с числом жителей до 100

тыс. чел. трубы из разных материалов применяются крайне неравномерно. В них имеются водопроводные сети, выполненные только из одного типа труб на 90–100 %. Это объясняется разными причинами. В малых населенных пунктах числом жителей до 10 тыс. чел. водопроводные

Таблица 2

Количество жителей, тыс. чел.	Средняя протяженность сети, км	Распределение трубопроводов по материалу, %		
		материал	среднее значение	диапазон
Менее 5	12,23	Асбестоцемент	6,3	0–68,2
		Железобетон	0	Нет
		Пластмасса	30,4	0–100
		Сталь	45,7	0–100
		Чугун	17,6	0–100
От 5 до 10	41,6	Асбестоцемент	7,9	0–40,5
		Железобетон	0	Нет
		Пластмасса	32,7	0–100
		Сталь	39,3	0–100
		Чугун	20,1	0–97,3
От 10 до 50	84,95	Асбестоцемент	3,4	0–85,6
		Железобетон	0	Нет
		Пластмасса	21,6	0–87,1
		Сталь	47,6	0,9–100
		Чугун	27,4	0–88,7
От 50 до 100	201	Асбестоцемент	0,6	0–5
		Железобетон	0	Нет
		Пластмасса	9,6	0–49,8
		Сталь	56,4	1,5–100
		Чугун	33,4	0–95,6
От 100 до 500	446,19	Асбестоцемент	1,2	0–13,2
		Железобетон	0,9	0–6,8
		Пластмасса	10	0–76,8
		Сталь	52,8	17,2–100
		Чугун	35,1	0–72
От 500 до 5 000	1182,2	Асбестоцемент	2,2	0–5,3
		Железобетон	0,8	0–1,7
		Пластмасса	15,8	3,5–34
		Сталь	45,1	19–68,9
		Чугун	36,1	3–50,7
Свыше 5 000	10390,5	Асбестоцемент	0	Нет
		Железобетон	1,6	0,2–4
		Пластмасса	9,9	4–20
		Сталь	46,3	23,6–60
		Чугун	42,2	35,8–50,3

сети строились разом на всей территории за относительно небольшой промежуток времени и в дальнейшем практически не подвергались ни расширению, ни реконструкции. В городах, расположенных на севере страны или в районах с высокой сейсмичностью, водопроводные сети представлены исключительно стальными трубами. При этом в Вологодской, Ивановской областях, в Республике Татарстан тоже есть города, в которых доля стальных труб достигает 85–90 %. В крупных населенных пунктах присутствуют трубы из всех материалов.

Наибольшее распространение (по общей протяженности) в нашей стране получили стальные трубы благодаря своей способности выдерживать динамические нагрузки и высокой ремонтпригодности. При наличии антикоррозионной изоляции эти трубы способны прослужить достаточно долго. В настоящее время в некоторых городах еще функционируют стальные трубопроводы, построенные в 30-х гг. прошлого века. В целом доля стальных труб составляет 39,3–56,4 % для городов с разным числом жителей.

Также широкое распространение получили чугунные трубы, в первую очередь благодаря своей высокой коррозионной стойкости. Доля этих труб для разных групп населенных пунктов составляет 17,6–42,2 %. Отдельно необходимо обратить внимание на долговечность чугунных труб. Среди обследованных населенных пунктов более чем в 10 % городов имеются чугунные трубопроводы, возраст которых больше 100 лет или приближается к нему. В Калининградской области имеется много чугунных трубопроводов, построенных в довоенный «немецкий» период, а в г. Кинель Самарской области эксплуатируется участок водопроводной сети из чугунных труб длиной 1,1 км, построенный в 1889 г.

В публикациях таких авторов, как Н.Н. Абрамов, М.Г. Журба, Б.Н. Репин, М.А. Сомов и др. сообщается, что наиболее используемыми (т.н. «ходовыми») являются чугунные трубы, а стальные трубы применяются только при соответствующем обосновании для специфических грунтовых условий (макропористые или просадочные грунты, сейсмичность и т. д.), для ответственных сооружений или при высоком давлении в трубопроводе. Также эти авторы утверждают следующее: несмотря на то, что удельный расход металла в стальных трубах ниже, чем в чугунных, сталь является более дорогим и дефицитным материалом, и из-за необходимости экономии металла применение стальных труб строго ограничивается. Выполненные нами исследования показали, что это утверждение некорректное, а количество используемых стальных труб значительно превышает чугунные.

Асбестоцементные (0,0–7,9 %) и железобетонные трубы (0,0–1,6 %) применялись достаточно ограниченно. Асбестоцементные трубы производятся диаметром до 500 мм, поэтому наибольшая их доля приходится на населенные пункты с числом жителей до 10 тыс. чел. Исключением является станица Крыловская Краснодарского края, где 52,26 км сетей выполнено из асбестоцементных труб, что составляет 85,6 %. Железобетонные трубы соответственно применяются для транспортировки больших расходов воды в крупных городах или в групповых (районных) водопроводах.

Все вышеперечисленные трубы наравне с положительными моментами имеют свои недостатки, ограничивающие их область применения, к которым относятся: небольшая длина стандартных элементов, из-за чего возрастает трудоемкость монтажа; хрупкость и, как следствие, высокая материалоемкость; подверженность коррозии, что обуславливает небольшой срок службы.

Поэтому с 60-х гг. прошлого века в нашей стране начали применяться пластмассовые трубы, но массово их стали использовать начиная с 1998 г. (рис. 1). В связи с этим их доля в крупных городах (свыше 50 тыс. чел.) составляет 9,6–15,8 %, а в небольших населенных пунктах достигает 21,6–32,7 %. При этом имеется уже немалое количество населенных пунктов с числом жителей до 10 тыс. чел., например в Татарстане, где водопроводные сети на 95–100 % выполнены из пластмассовых труб. Обращает на себя внимание г. Тобольск Тюменской области с населением около 100 тыс. чел., в котором 76,8 % (171,54 км) сетей выполнены из пластмассовых труб. Близкие показатели имеют еще несколько городов с числом жителей 20–60 тыс. чел.

В настоящее время пластмассовые трубы представляются наиболее перспективными для устройства водопроводных сетей. На их долю приходится более 85 % вводимых в настоящее время в эксплуатацию водопроводных сетей. Основным недостатком пластмассовых труб являются только повышенные требования к устройству основания траншеи и материалу, используемому для обратной засыпки (отсутствие крупных включений) [3, 4]. Также пока не совсем понятно, как поведут себя пластмассовые трубы при больших сроках эксплуатации и какова при этом будет их ремонтпригодность. По всем остальным показателям они значительно превосходят применявшиеся ранее материалы.

Единственной альтернативой полимерным трубам являются трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), которые по некоторым данным имеют один из самых низких показателей аварийности в сравнении с трубами

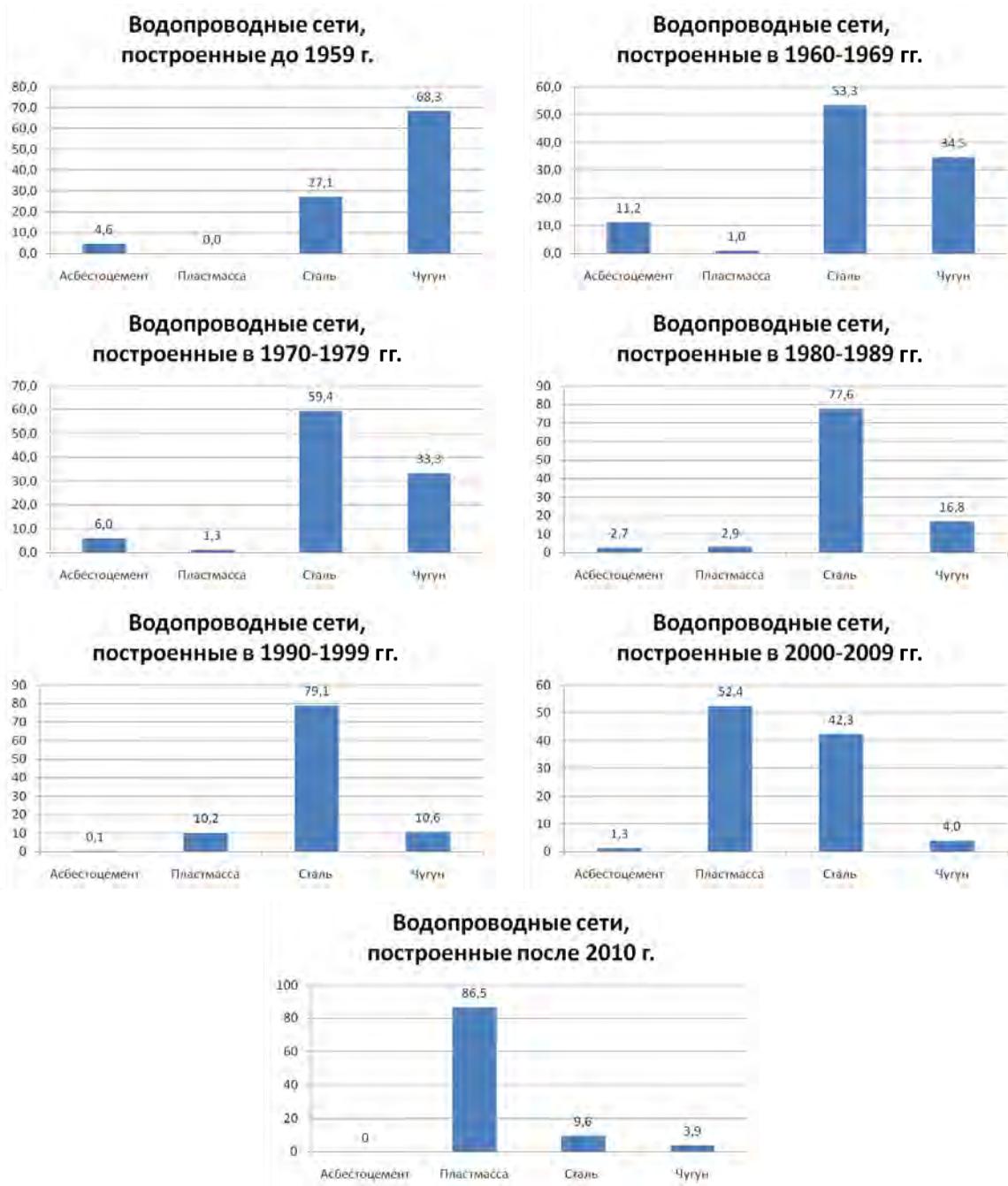


Рис. 1. Водопроводные сети, построенные в разные периоды

из других материалов, а срок службы в условиях почвенной коррозии оценивается в 80–100 лет [4]. Трубы из ВЧШГ имеют большую стоимость по сравнению с пластмассовыми, что значительно ограничивает их область применения.

В этой ситуации интересно рассмотреть крупнейшие города с числом жителей более 5000 тыс. чел. Доля пластмассовых труб в Санкт-Петербурге составляет 20 %, а в Мо-

скве – только 4 %, но при этом в Москве 19,9 % труб выполнено как раз из ВЧШГ, а 15,9 % (старые трубы) – из обыкновенного серого чугуна. Чье решение окажется верным, можно будет оценить не ранее чем через 20–30 лет.

Для оценки состояния водопроводных сетей в целом большой интерес представляет информация о фактическом сроке службы отдельных участков водопроводных сетей (рис. 2, 3).

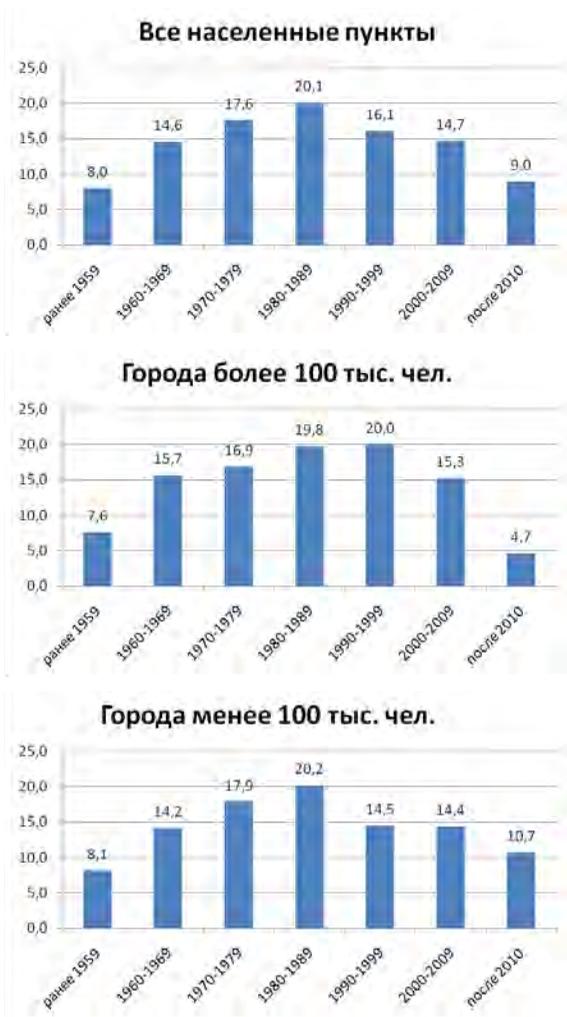


Рис. 2. Строительство водопроводных сетей по населенным пунктам

В данном анализе использовалась информация о 72 населенных пунктах, которые расположены в 42 административных районах страны. Интервал «после 2010 года» для различных населенных пунктов включает в себя от 4 до 10 лет, поэтому объем введенных в эксплуатацию водопроводных сетей меньше чем за предыдущий период.

Исходя из нормативных сроков службы водопроводных сетей, было установлено, что свой ресурс выработали: асбестоцементные трубы – 95,1 %, пластмассовые трубы – 0,8 %, стальные трубы – 64,5 %, чугунные трубы – 8,5 % (довоенной постройки). В целом по всем населенным пунктам превышен нормативный срок службы для 40,8 % водопроводных сетей.

Исходя из представленной информации, в ближайшее время следует ожидать значительного увеличения доли пластмассовых труб в общей протяженности сетей водоснабжения.



Рис. 3. Строительство водопроводных сетей по отдельным видам трубопроводов

Вывод. Установленное распределение трубопроводов водопроводных сетей по материалам труб для населенных пунктов с разным числом жителей показало, что наибольшую протяженность имеют стальные и чугунные трубопроводы. За последние 25 лет в России наибольшее распространение получили пластмассовые трубы. На их долю после 2010 г. приходится 86,5 % вновь

построенных водопроводных сетей без учета данных по Москве и Санкт-Петербургу. Приведенная информация о фактических сроках службы трубопроводов из различных материалов свидетельствует, что в целом по всем населенным пунктам превышен нормативный срок службы для 40,8 % водопроводных сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шувалов М.В., Тараканов Д.И. Применение труб из различных материалов для устройства канализационных сетей // Водоснабжение и санитарная техника. 2020. № 3. С. 54–58.
2. Using pipes from various materials for sewage network: theoretical analysis. Tarakanov D.I. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies, CAEST 2019. 2020. P. 012103.
3. Plastic pipes and their use in rainwater drainage systems. Tarakanov D.I. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. «International Science and Technology Conference «Earth Science», ISTC EarthScience 2022 – Chapter 4» 2022. P. 052032.
4. Данилович Д.А. Справочник наилучших эффективных технологий (базовые материалы). Раздел: водопроводные сети, сооружения и оборудование. М., 2015. 102 с.

Об авторах:

ШУВАЛОВ Михаил Владимирович

кандидат технических наук, директор Академии строительства и архитектуры, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: (846) 242-41-70
E-mail: dir_asa@samgtu.ru

ТАРАКАНОВ Дмитрий Иванович

кандидат технических наук, декан факультета инженерных систем и природоохранного строительства, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: (846) 242-41-70
E-mail: fispos@samgtu.ru

Для цитирования: Шувалов М.В., Тараканов Д.И. Применение труб из различных материалов для устройства водопроводных сетей // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1. С. 53–59. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7.

For citation: Shuvalov M.V., Tarakanov D.I. Using Pipes from Various Materials for Water Supply Network. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 53–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7.

REFERENCES

1. Shuvalov M.V., Tarakanov D.I. Using pipes from various materials for sewage network. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2020, no. 3, pp. 54–58. (in Russian)
2. Using pipes from various materials for sewage network: theoretical analysis. Tarakanov D.I. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies, CAEST 2019. 2020. P. 012103.
3. Plastic pipes and their use in rainwater drainage systems. Tarakanov D.I. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. «International Science and Technology Conference «Earth Science», ISTC EarthScience 2022 – Chapter 4» 2022. P. 052032.
4. Danilovich D.A. *Spravochnik nailuchshih jeffektivnyh tehnologij (bazovye materialy). Razdel: vodoprovodnye seti, sooruzhenija i oborudovanie* [Reference book of the best effective technologies (basic materials). Section: Water Supply Networks, Facilities and Equipment]. Moscow, 2015. 102 p.

SHUVALOV Mikhail V.

PhD in Engineering Sciences, Director of the Academy of Civil Engineering and Architecture Samara State Technical University, Associate Professor of Water Supply and Wastewater Disposal Chair 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: dir_asa@samgtu.ru

TARAKANOV Dmitry I.

PhD in Engineering Science, Dean of the Faculty of Engineering Systems and Environmental Construction Samara State Technical University, Associate Professor of Water Supply and Wastewater Disposal Chair 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
E-mail: fispos@samgtu.ru