



Анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения в г. Казань за 2021-2022 год

С.Н. Медведева¹, А.Ю. Власова¹, Р.Р. Вилданов¹

¹Казанский государственный энергетический университет,
Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* Развитие и увеличение мощностей промышленности, в том числе и предприятий топливно-энергетического комплекса приводит к существенному росту потребления пресной воды. На примере тепловых электрических станций, увеличение мощности производства влечет за собой рост потребности в обессоленной воде, которая используется в качестве рабочего тела, значит увеличивается производительность водоподготовительных установок. Любое производство связано с потреблением воды, что приводит к истощению ресурсов и существенному сокращению количества источников воды, пригодной для хозяйственно-питьевых нужд. Кроме того, предприятия сбрасывают сточные воды в водоемы, что приводит к загрязнению водной аквакультуры. Учитывая, что технологии очистки воды для хозяйственно-питьевого назначения разрабатывались еще в середине прошлого века, то на сегодняшний день данные установки морально устарели. Все чаще потребители жалуются на несоответствие качества хозяйственно-питьевой воды нормативам по органолептическим показателям (запах, вкус, привкус). Поэтому цель данной работы заключается в проведении анализа качества воды хозяйственно-питьевого назначения по выборочным параметрам в разрезе районов города Казань по сезонам за 2021-2022 годы. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: изучение систем водоснабжения г. Казань; проведение лабораторных исследований по отдельным районам города за 2021-2022 годы и анализ усреднённых показателей качества питьевой воды. Для проведения анализа были использованы следующие методы: титриметрические, турбидиметрические и потенциометрические. На основе полученных результатов были предложены мероприятия по повышению качества воды хозяйственно-питьевого назначения.

Результаты. Лабораторные исследования были направлены на определение следующие показатели: общее солесодержание, удельная электропроводимость, водородный показатель, общая жёсткость, перманганатная окисляемость, щёлочность, содержание хлоридов, ионов аммония, общего железа (III), сульфат-ионов. Выбор определения именно этих показателей был сделан с учетом жалоб потребителей и их возможных причин, а также приборной базой лаборатории университета. Такие показатели как общее солесодержание, удельная электропроводность, щелочность, жесткость, содержание сульфат-ионов характеризует качественный и количественный состав отложений на внутренней поверхности трубопроводов. Водородный показатель, общее железо (III), содержание хлоридов характеризуют коррозионную агрессивность (вода хозяйственно-питьевого назначения может иметь неприятный запах и привкус, а также повышенную цветность). Перманганатная окисляемость и содержание ионов аммония определялись с целью определения органических соединений и причиной их появления. Превышение ионов аммония свидетельствуют о наличии попадания канализационных сточных вод. В ходе экспериментов было выявлено, что некоторые показатели находятся на граничных условиях предельно допустимых концентраций, что может негативно влиять на жизнедеятельность населения, использующего эту воду. Для решения данной проблемы были даны рекомендации по снижению негативного фактора.

Выводы. На основании полученных результатов были предложены мероприятия для отрасли водоснабжения, которые заключались во внедрении программ по модернизации, строительству и реконструкции объектов централизованных систем водоснабжения для

повышения надёжности работы, обеспечении благоприятной экологической и эпидемиологической ситуации, снижения затрат на эксплуатацию и ремонт комплекса, подключения пригородов Казани к централизованному водоснабжению и водоотведению, а также создании резерва мощности и заменены изношенных сетей с увеличением диаметра для увеличения пропускной способности системы.

Ключевые слова: хозяйственно-питьевая вода, качество, водоснабжение, очистка, предельно допустимая концентрация, мониторинг, анализ, примеси

Для цитирования: Медведева С.Н., Власова А.Ю., Вилданов Р.Р. Анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения в г. Казань за 2021-2022 год // Известия КГАСУ, 2024, № 1(67), с. 157-167, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/67.16, EDN: WUGLVA

Analysis of the quality of drinking water in Kazan in the period of 2021-2022

S.N. Medvedeva¹, A.Yu. Vlasova¹, R.R. Vildanov¹

¹Kazan State Power Engineering University,
Kazan, Russian Federation

Abstract: *Problem statement.* The development and increase in the capacity of industry, including enterprises of the fuel and energy complex, leads to a significant increase in the consumption of fresh water. Using the example of thermal power plants, an increase in production capacity entails the increase in the need for desalinated water, which is used as a working fluid, which means that the productivity of water treatment plants increases. Any production is associated with water consumption, which leads to depletion of resources and a significant reduction in the number of sources of water suitable for household and drinking needs. In addition, enterprises discharge waste water into reservoirs, which leads to pollution of aquaculture. Considering that water purification technologies for household and drinking purposes were developed in the middle of the last century, today these installations are obsolete. Increasingly, consumers complain about the inconsistency of the quality of household drinking water with the standards for organoleptic indicators (smell, taste, aftertaste). Therefore, the purpose of this work is to analyze the water quality of household and drinking water supply by sample parameters in the context of the districts of the city of Kazan by season in the period of 2021-2022. To achieve this goal, the following tasks were set: studying the water supply systems of Kazan; conducting laboratory studies in certain districts of the city in the period of 2021-2022 and analyzing average indicators of drinking water quality. The following methods were used for the analysis: titrimetric, turbidimetric and potentiometric. Based on the results obtained, measures were proposed to improve the quality of water for household and drinking purposes.

Results. Laboratory studies were aimed at determining the following indicators: total salinity, electrical conductivity, hydrogen index, total hardness, permanganate oxidability, alkalinity, content of chlorides, ammonium ions, total iron (III), sulfate ions. The choice of determining exactly these indicators was made considering consumer complaints and their possible causes, as well as the instrument base of the university laboratory. Indicators such as total salinity, specific electrical conductivity, alkalinity, hardness, and sulfate ion content characterize the qualitative and quantitative composition of deposits on the inner surface of pipelines. The hydrogen index, total iron (III), and chloride content are characterized for corrosion aggressiveness (drinking water may have an unpleasant odor and taste, as well as have an increased color). Permanganate oxidizability and the content of ammonium ions were determined in order to determine organic compounds and the cause of their appearance. Excess of ammonium ions indicate the presence of ingress of sewage. During the experiments, it was found out that some indicators are at the boundary conditions of the maximum permissible concentrations, which can negatively affect the livelihoods of the population using this water. To solve this problem, recommendations were given to reduce the negative factor.

Conclusions. Based on the results obtained, measures were proposed for the water supply industry, which consisted in the implementation of programs for the modernization, construction and reconstruction of centralized water supply facilities to improve the reliability of operation, ensure a favorable environmental and epidemiological situation, reduce the cost of operation and repair of the complex, connect the suburbs of Kazan to centralized water supply and sanitation, as well as creating a reserve capacity and replaced worn-out networks with an increase in diameter to increase the system capacity.

Keywords: household drinking water, quality, water supply, purification, maximum permissible concentration, monitoring, analysis, impurities

For citation: Medvedeva S.N., Vlasova A.Yu., Vildanov R.R. Analysis of the quality of drinking water in Kazan in the period of 2021-2022 // News KSUAE, 2024, № 1(67), p. 157-167, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/67.16, EDN: WUGLVA

1. Введение

Системы водоснабжения и водоотведения играют ключевую роль в жилищной инфраструктуре, обеспечивая комфортную жизнь и устойчивое развитие городского хозяйства. На данный момент они являются неотъемлемой частью жизненного цикла, предоставляя возможность удовлетворять основные потребности водных ресурсов жителей. Однако с ростом населения и увеличением нагрузки на системы водоснабжения и водоотведения, возникают серьезные трудности с нехваткой пресной воды и выведением сточных вод. Для решения этих проблем требуется разработка новых, более эффективных методов проектирования и строительства систем водоснабжения и водоотведения, а также повышение качества технического обслуживания и своевременного контроля систем с помощью автоматических датчиков. В долгосрочной перспективе управление данными системами должно стать более инновационным и устойчивым, с использованием новых технологий и инженерных решений, которые могут обеспечить оптимально отлаженную работу, и способствовать экономии водных ресурсов с уменьшением степени их загрязнения.

Вода – неотъемлемая часть хозяйственно-бытовой жизни современного человечества. Этот природный ресурс необходим для поддержания жизнедеятельности растений, человека, организации производственного цикла и ресурсоснабжения предприятий, поэтому ее качество и количество оказывают непосредственное влияние на существование всего живого. В работе [1] отмечается уровень корреляции между надежностью системы водоснабжения и величиной содержания отдельных минеральных компонентов в питьевой воде. Авторы [2] выделяют большой спектр влияния нефтяной, транспортной, полиметаллической и строительной сфер жизни на качество окружающей среды и здоровье населения Республики Татарстан.

Большое значение в загрязнении окружающей среды, в том числе и водной аквакультуры, имеет антропогенный фактор, представляющий собой сброс сточных вод промышленных предприятий с недостаточной степенью очистки. Все описанные мероприятия в свою очередь, приводят к истощению ресурсов и существенному сокращению количества источников воды, пригодной для хозяйственно-питьевых нужд. Об этом свидетельствуют исследования [3, 4]. Масштабирование производства формирует потребительское отношение к ресурсам и вскоре может привести к их нехватке и истощению. В публикации [5] отмечается угрожающий характер нехватки водных ресурсов, в частности, в густонаселенных районах, крупных промышленных центрах и орошаемых землях. Практически для всех промышленных предприятий, сельскохозяйственных, гражданских жилых и административных зданий необходима вода, поэтому главная деятельность при водоснабжении – проведение тщательного анализа и контроль за качеством хозяйственно-питьевой воды на соответствие нормам предельно допустимых концентраций примесей.

Качество оказываемых коммунальных услуг имеет первостепенное значение, поэтому при реализации водоснабжения и водоотведения необходима очистка воды от примесей до соответствия нормам предельно допустимых концентраций,

регламентируемых «Санитарно - эпидемиологическими нормативами и правилами». Природную воду могут загрязнять:

- химические примеси – гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, азотсодержащие компоненты;
- биологические вещества – микроорганизмы, бактерии, органические соединения;
- взвешенные твёрдые частицы – ржавчина, глина, песок, ил;
- тяжелые металлы, железо, марганец;
- газы [6].

Именно поэтому мониторинг воды для хозяйственно-питьевых целей является основополагающим этапом водоснабжения: своевременный контроль и диагностика проб воды хозяйственно-питьевого назначения позволяет на ранних сроках выявлять отклонения и предотвращать критические ситуации. Данная тематика весьма актуальна, поэтому есть работы, в которых были определены основные причины загрязнения. В г. Астрахань было выявлено, что низкое качество водопроводной воды связано с большим количеством сброса бытовых отходов, устаревшими водопроводными коммуникациями и низким уровнем очистки сточных вод [7]. На территории Свердловской области загрязнение большого количества водоёмов произошло благодаря техногенному фактору – в воде было определено большое количество тяжелых металлов [8]. Изменение условий водозабора рек Перми необходимо из-за разницы минерализаций годовой изменчивости уровня воды [9], а также поступление питательных веществ из урбанизированного ландшафта [10].

Поэтому эти воды исследовались гравиметрическим методом [11], дополнительно очищались до питьевого качества с помощью фильтрационных установок [12-14], нанофильтрационных мембран на основе целлюлозы [15] и активированных цеолитов [16].

Основная цель исследования заключалась в проведении анализа качества воды хозяйственно-питьевого назначения по выборочным параметрам в разрезе районов города Казань по сезонам за 2021-2022 годы: Кировский, Авиастроительный, Горки, Ново-Савиновский, Московский и Приволжский. Своевременный мониторинг позволяет выявить проблему и моментально отреагировать на существенные отклонения от нормативных показателей.

Задачами исследования являются:

- изучение систем водоснабжения г. Казань,
- проведение лабораторных исследований по отдельным районам города за 2021-2022 годы и анализ усреднённых показателей качества,
- предложение проведения мероприятий по повышению качества хозяйственно-питьевой воды.

2. Материалы и методы

Водопровод Казани на 84% питает поверхностный водозабор «Волжский», состоящий из реки Волги и Куйбышевского водохранилища. Подземные источники водоснабжения из 10 отдельно стоящих артезианских скважин составляют 16%, поэтому хозяйственно-питьевое водоснабжение города относится к смешанному типу питания. План расположения Волжского водозабора г. Казани с границами санитарной зоны представлен на рисунке 1. В состав его сооружений входят насосные станции 1-го и 2-го подъёмов, оборудования водоочистки, состоящие из смесителей, камер хлопьеобразования, фильтров, отстойников и резервуаров чистой воды со 100% запасом. Протяженность водоводов городской сети составляет 1695,9 км, они включают в себя 176 насосных станций и 30 резервуаров чистой воды. Проектная производительность насосной станции 1-го подъёма составляет 630 000 м³/сут., очистных сооружений – 510 000 м³/сут. Поэтому в распределительные сети Казани подаётся более 300 000 м³ воды хозяйственно-питьевого назначения в сутки. Суммарная производительность подземных водозаборов, из которых 10 грунтовых и 13 артезианских скважин, составляет 94 960 м³/сут. [17]

Городские водопроводные сети снабжают все территориальные районы города: Авиастроительный, Вахитовский, Кировский, Московский, Ново-Савиновский, Приволжский, Советский. Данные о протяженности водопроводных сетей представлены в таблице 1.

Таблица 1
Протяженность водопроводных сетей по районам города на 2015 г.¹

Район	Общая протяжённость, км	Протяженность ветхих сетей, км	Ветхие сети, %
Авиастроительный	167,90	90,70	56,30
Вахитовский	191,57	112,30	60,50
Ново-Савиновский	142,20	49,20	36,16
Московский	137,45	49,57	37,59
Кировский	266,10	112,80	44,21
Приволжский	306,80	143,55	47,73
Советский	48980	201,30	43,33
ИТОГО	1695,90	759,40	46,58

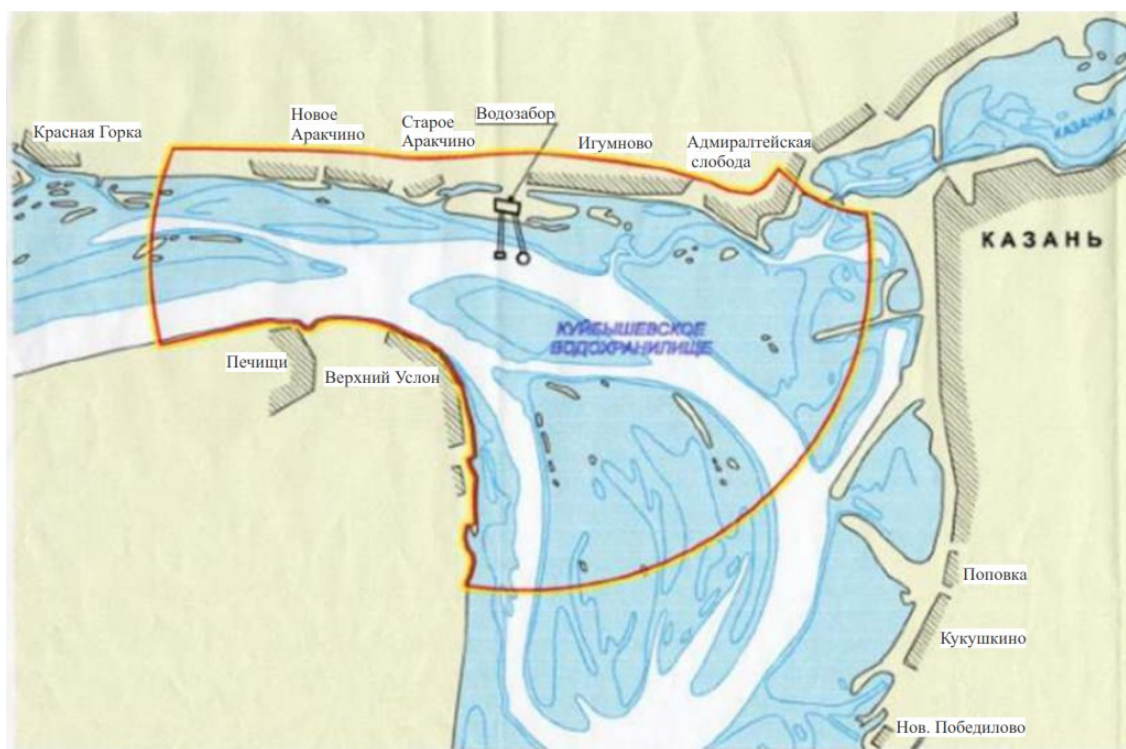


Рис. 1. Ситуационный план расположения водозабора «Волжский» с границами санитарной зоны.¹

Fig. 1. Layout plan for the location of the water intake "Volzhsky" with the boundaries of the sanitary zone.¹

Однако для использования воды в хозяйственно-питьевых целях необходима её тщательная очистка. После вступления в силу СанПиН 1.2.685-21 – «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» были введены дополнительные нормирующие показатели

¹ Постановление Исполнительного комитета г. Казани №4345 от 10.12.2015 «Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения в административных границах муниципального образования города Казани на период с 2016 по 2025 год»

определения качества хозяйственно-питьевой воды и регламентирован ряд дополнительных мероприятий по улучшению степени её очистки.²

Технология подготовки исходной воды до соответствия питьевым нормам включает в себя различные методы удаления химических примесей, биологических веществ, газов и твёрдых частиц. К наиболее распространённым способам очистки воды относятся: хлорирование, озонирование, коагуляция, фильтрация, отстаивание, обработка ультрафиолетовым излучением, обратный осмос.

Для очистки воды водозабора «Волжский» применяется схема традиционной технологии, которая базируется на двухступенчатой очистки воды. Среди применяемых методов выделяют: обеззараживание, коагулирование, отстаивание и фильтрование. Первая ступень водоочистки состоит из смесителей, камер хлопьеобразования и горизонтальных отстойников, вторая ступень включает скорые фильтры с загрузкой кварцевым песком. Очистные сооружения основываются на реагентном методе с применением коагулянта и флокулянта. С помощью гипохлорита натрия происходит обеззараживание воды в две ступени.¹

Подготовка природной воды в городе Казань организована с применением двухступенчатой очистки для хозяйственно-питьевых нужд. При этом присутствуют изменения качества исходной воды в паводковый и летний (июль, август) периоды в связи с цветением сине-зелёных водорослей, а также кратковременные эпизодические изменения, связанные с техногенными факторами. Поэтому в данной работе была проведена лабораторные эксперименты по определению показателей качества воды в разрезе районов города.

Пробы воды были отобраны согласно ГОСТР 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Для целостности картины были взяты пробы водопроводной воды абонентов в разные сезоны на протяжении двух лет. Для проведения лабораторного эксперимента были использованы гостированные методики определения показателей качества водопроводной воды хозяйственно-питьевого назначения из систем централизованного водоснабжения шести районов города Казань по сезонам 2021-2022 годов. С помощью кондуктометра был проведён анализ на общее солесодержание (ОСС), водородный показатель (рН) и удельную электропроводимость (УЭП); титриметрическим методом были определены показатели общей жёсткости, перманганатной окисляемости, содержания хлоридов и щёлочности, а такие компоненты, как азотсодержащие соединения, соединения железа (III) и сульфат-ионы определялись турбидиметрическим методом с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-1800. Данный прибор является двухлучевым, с диапазоном длин от 190 до 800 нм. Измерительный блок имеет персональный компьютер, где автоматически происходит преобразование величины поглощения в концентрацию измеряемого компонента. Приборы, участвующие в проведении анализа, имеют сертификаты поверки с действующим сроком.

Общая жёсткость в работе определялась с помощью титрования с использованием хелатирующего агента, такого как комплексонометрия с содержанием динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Трилон Б). Для определения данного показателя вода смешивается с хелатообразующим агентом, который реагирует с ионами металлов и образует комплексы, затем добавляется индикатор, меняющий окраску до красно-фиолетового цвета. В процессе титрования и достижения точки эквивалентности раствор приобретает сине-фиолетовый оттенок, это свидетельствует об окончании титрования. Жесткость воды определяется содержанием хелатирующего агента, необходимого для полной миксации всех металлических ионов.

3. Результаты и обсуждение

В результате лабораторных исследований были получены показатели качества хозяйственно-питьевой воды абонентов города Казань за 2021 – 2022 год в разрезе

² СанПиН 1.2.685-21 – «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» от 28.01.2021

сезонности, усреднённые данные представлены в таблицах ниже (Таблица 2,3). Отбор проб производился произвольно среди потребителей в рамках каждого района.

Таблица 2

Усреднённые показатели железа, сульфатов, азотсодержащих, перманганатной окисляемости, рН, общего солесодержания, удельной электропроводимости за 2021/2022 год

Источник (район города)	Концентрация, мг/л			рН, ед.	ОСС, г/л	УЭП, мСимен с/м
	Fe ³⁺ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Азотсодержащие компоненты (суммарно), мг/л			
СанПиН [18]	0,3	500	85,623	6-9	1	0,5
Кировский (2021/2022)	0,250	94,925	0,195	7,12	0,25	0,5
	0,223	37,935	0,528	6,33	0,36	0,49
Авиастроительный (2021/2022)	0,210	131,1	0,176	7,17	0,24	0,47
	0,205	35,342	0,093	6,34	0,20	0,39
Горки (2021/2022)	0,220	130,4	0,189	7,22	0,24	0,48
	0,259	18,355	0,01	6,43	0,32	0,43
Ново- Савиновский (2021/2022)	0,250	117,7	0,193	7,24	0,24	0,48
	0,208	32,731	0,103	6,44	0,31	0,42
Московский (2021/2022)	0,240	137,5	0,232	7,21	0,24	0,48
	0,234	26,468	0,073	6,5	0,3	0,43
Приволжский (2021/2022)	0,235	132,3	0,183	7,52	0,37	0,41
	0,244	48,126	0,034	6,47	0,35	0,44

Таблица 3

Усреднённые показатели общей жёсткости, щёлочности и хлоридов за 2021/2022 год

Источник	Жёсткость общая, мг-экв/л	Щёлочность, мг- экв/л	Окисляемость перманганатная, мг/л	Содержание хлоридов, мг/л
СанПиН [18]	7	Не норм.	5,0	350
Кировский (2021/2022)	4,3	2,9	3,5	90
	5,7	2,9	3,8	25
Авиастроительный (2021/2022)	4,3	2,6	3,96	76
	3,9	2,0	4,32	32
Горки (2021/2022)	4,3	2,5	1,8	76
	4,9	1,7	1,28	37
Ново- Савиновский (2021/2022)	4,1	2,8	2,8	76
	4,25	1,5	2,56	33
Московский (2021/2022)	4,3	2,3	3,5	72
	4,25	1,7	4,08	34,5
Приволжский (2021/2022)	4,6	2,4	3,5	85
	5,0	2,1	2,8	34,4

Анализ усреднённых проб воды из таблиц 2 и 3 по исследуемым шести районам города Казань показывает, что все показатели качества питьевой воды, за исключением общей жёсткости, находятся в пределах нормируемых значений в умеренном масштабе. Уровни жёсткости и щёлочности отражают невысокие показатели по выпадению твердой фазы в виде карбонатов данных проб воды. Содержание хлоридов соответствует норме,

следовательно, вода из данных районов Казани не обладает повышенной коррозионной активностью. Из таблицы 3 видно, что перманганатная окисляемость находится в диапазоне нормы. Но если проводить сравнения в рамках отдельных районов, то можем заметить, что самое минимальное значение у воды в районе «Горки», когда как в Авиастроительном районе данный показатель почти в 2,5 раза выше. Повышение данного показателя свидетельствует о незначительном попадании в грунтовые воды органических бытовых отходов, окисляющиеся перманганатом калия. Данный показатель в комбинировании со значениями по содержанию ионов-аммония может свидетельствовать о наличии запаха у воды. Но т.к. содержание ионов аммония незначительное во всех районах г. Казань, то это свидетельствует об отсутствии попадания сточных вод в систему водоснабжения. Обычно превышение данных показателей происходит в паводковый период (апрель-май) и летний (июль-август).

Так как показатели: общее солесодержание, удельная электропроводность, жесткость, щелочность, содержание сульфат-ионов, характеризуют класс и тип возможных отложений на внутренней поверхности трубопроводов, то по результатам можно сделать заключения, что для Кировского района г. Казань наиболее характерны отложения карбонатного типа. Данное заключение было сделано по показателям жесткости и щелочности.

При оценке коррозионной агрессивности воды был произведен анализ следующих показателей: содержание хлоридов, общего железа и водородный показатель. Среднее значение водородного показателя стремится к 7, вода находится в нейтральной области. Чаще всего для снижения скорости коррозии водородный показатель поддерживают на уровне 8,0-8,5, данное значение позволяет существенно снизить интенсивность коррозии. Учитывая, что в анализируемой воде водородный показатель 7, то предполагаем, что скорость коррозионных процессов весьма интенсивна, поэтому в воде присутствуют продукты коррозии, это хорошо заметно по показателю общего железа (III).

Таким образом, экспериментально доказано, что данные пробы воды по шести районам Казани за 2021/2022 года соответствуют нормам, имеют незначительные отклонения друг от друга и могут быть использованы в качестве питьевой воды. Но для улучшения некоторых показателей возможна дополнительная очистка с установкой локальных фильтров, либо корректировкой системы очистки воды.

4. Заключение

Причинами отклонения качества подготовленной воды могут быть: сезонные изменения в виде паводка в весенний период, в летний период (июль-август), кратковременные изменения качества воды в водоисточнике и техногенные факторы.

В рамках данной работы была изучена система водоснабжения города Казань. Описана система подготовки воды, которая заключается в предварительной реагентной обработке воды (коагулянтном, флокулянтном, хлорной водой), дальнейшим отстаиванием и последующим фильтрованием. Казань разбита шесть районов, отбор проб производился произвольно среди потребителей в рамках каждого района. В качестве определяемых показателей были выбраны: общее солесодержание, удельная электропроводность, водородный показатель, общая жесткость, перманганатная окисляемость, щелочность, содержание хлоридов, ионов аммония, общего железа (III), сульфат-ионов. По анализу полученных результатов можно сделать заключение, что вода в районах города соответствует показателям по СанПиН 1.2.685-21, однако для некоторых районов данные показатели близки к рубежной границе. Причиной может быть, как изношенность водопроводных сетей, так и недостаточная степень очистки природной воды. Поэтому в рамках данной работы были подготовлены предложения по мероприятиям, которые могут улучшить некоторые показатели качества:

- анализ трубопроводов водоснабжения на изношенность;
- приборная автоматизация станции очистки воды с целью быстрого выявления резких «скачков» изменений показателей природной воды и быстрое принятие решения по их ликвидации;
- изменение реагентной обработки в паводковый период, с целью улучшения качества очистки. Либо применение экспресс методов, которые позволяют снизить такие

показатели как: перманганатная окисляемость, химическое и биологическое потребление кислорода, мутность. К данным методам относится углевание, заключающееся в дозировании угольной пульпы, которая готовится в специальных баках, где происходит смешение порошкообразного древесного активированного угля с водой. Данный метод весьма несложный, и его можно использовать не постоянно, а по мере необходимости. Также в качестве экспресс метода улучшения показателей качества очищенной воды может выступать сорбент- бентонит. При применении глин есть риск забивки песчаного фильтра, а при угольной обработке таких рисков нет.

Реализация данных мероприятий позволит повысить надёжность работы водопроводного комплекса, обеспечит экологическую безопасность, снизить затраты на эксплуатацию и ремонт комплекса.

Список литературы/References

1. Батынина М.А., Вахабова Г.Н., Фролов В.К., Руднева А.А. Влияние качества питьевой воды на заболеваемость и смертность населения при патологии органов пищеварения // Студенческий научный форум 2023. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции в 2 частях. Пенза, 2023. С. 176-179. [Babynina M.A., Vakhabova G.N., Frolov V.K., Rudneva A.A. Influence of drinking water quality on morbidity and mortality of the population in the pathology of digestive organs // Student Scientific Forum 2023. Collection of articles of the VI International Scientific and Practical Conference in 2 parts. Penza, 2023. P. 176-179.]
2. Архипова Н.С., Елагина Д.С. Актуальные вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности в Республике Татарстан // Казань, 2016. – 103 с. [Arkhipova N.S., Elagina D.S. Topical issues of ecology and life safety in the Republic of Tatarstan // Kazan, 2016. – 103 p.]
3. Еремеева С.С., Караганова Н.Г., Гаврилов О.Е. Оценка экологического состояния подземных вод приволжского федерального округа // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 79-84. [Eremeeva S.S., Karaganova N.G., Gavrilov O.E. Assessment of the ecological state of groundwater in the Volga Federal District // Successes of modern natural science. 2020. No. 4. P. 79-84.]
4. Черников В.А., Юнусов Х.Б. Оценка экологического состояния пресных вод и современные эффективные методы ее очистки от загрязнений // АгроЭкоИнфо. 2017. № 1 (27). С. 7. [Chernikov V.A., Yunusov H.B. Assessment of the ecological state of freshwater and modern effective methods of its purification from pollution // AgroEcoInfo. 2017. No. 1 (27). P. 7.]
5. Лопаяева Н.Л., Неверова О.П. Рациональное использование запасов воды // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса России. Сборник тезисов, подготовленный в рамках круглого стола. 2022. С. 422-423. [Lopaeva N.L., Neverova O.P. Rational use of water reserves // Actual problems of development of the agro-industrial complex of Russia. A collection of abstracts prepared as part of the round table. 2022. P. 422-423.]
6. Долина Л.Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод. – Днепропетровск: Континент, 2003.-218 с: ил. 42 [Dolina L.F. New methods and equipment for disinfection of wastewater and natural waters. – Dnepropetrovsk: Continent, 2003.-218 p.: ill. 42]
7. Усынина А.Э., Сафронова В.А., Погосян М.П. Определение качества питьевой воды методами химического анализа (на примере г. Астрахани) // Потенциал интеллектуально одарённой молодежи - развитию науки и образования. Материалы IX Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. Под общей редакцией Т.В. Золиной. 2020. С. 80-84. [Usynina A.E., Safronova V.A., Poghosyan M.P. Determination of drinking water quality by chemical analysis methods (on the example of Astrakhan) // Potential of intellectually gifted youth - development of science and education. Materials of the IX International Scientific Forum of Young Scientists, Innovators, Students and

- Schoolchildren. Under the general editorship of T.V. Zolina. 2020. P. 80-84.]
8. Харина Г.В., Алёшина Л.В., Анахов С.В., Инжеватова О.В. Мониторинг качества питьевой воды в свердловской области России // Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 1 (81). С. 63-73. [Kharina G.V., Alyoshina L.V., Anakhov S.V., Injevatova O.V. Monitoring of drinking water quality in the Sverdlovsk region of Russia // Water and ecology: problems and solutions. 2020. No. 1 (81). P. 63-73.]
 9. Lyubimova T., Lepikhin A., Lane S., Gualtieri C., Roux B. The influence of hydrodynamical regimes at the sylv/chusovaya confluence on drinking water quality in Perm // Perm hydrodynamic scientific readings. Perm, September 26–29, 2018 Пермские гидродинамические научные чтения. Пермь, 26–29 сентября 2018 года
 10. Stoner E.W., Arrinton D.A. Nutrient inputs from an urbanized landscape may drive water quality degradation // Sustainability of water quality and ecology, 2017. P. 136-150
 11. Заводовский А.Г. Определение сухого остатка питьевой воды методом пьезокварцевого микровзвешивания // Омский научный вестник. 2020. № 5 (173). С. 99-102. [Zavodovsky A.G. Determination of the dry residue of drinking water by piezo quartz micro-weighing // Omsk Scientific Bulletin. 2020. No. 5 (173). P. 99-102.]
 12. Гареева К.А., Иванова У.В. Разработка экспериментальной установки для очистки воды холодного водоснабжения до питьевого качества // Тинчуринские чтения - 2020 "Энергетика и цифровая трансформация". Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2020. С. 22-25. [Gareeva K.A., Ivanova U.V. Development of an experimental installation for purification of cold water supply water to drinking quality // Tinchurinskie readings - 2020 "Energy and digital transformation". Materials of the International Youth Scientific Conference. In 3 volumes. Under the general editorship of E.Y. Abdullazyanov. Kazan, 2020. P. 22-25.]
 13. Тунакова Ю.А., Мингазетдинов И.Х., Габдрахманова Г.Н., Валиев В.С., Кузнецова О.Н. Технология доочистки и минерализации питьевых вод для обеспечения химической безопасности и физиологической полноценности в конечной точке потребления. // Вестник Технологического университета. 2019. Т. 22. № 6. С. 88-92. [Tunakova Yu.A., Mingazetdinov I.Kh., Gabdrakhmanova G.N., Valiev V.S., Kuznetsova O.N. Technology of post-treatment and mineralization of drinking water to ensure chemical safety and physiological usefulness at the end point of consumption. // Bulletin of Technological University. 2019. Vol. 22. No. 6. P. 88-92.]
 14. Новикова С.В., Тунакова Ю.А., Файзуллин Р.И., Габдрахманова Г.Н. Определение пороговых концентраций катионов металлов в поверхностных водах, используемых для приготовления вод питьевого качества на примере г. Казани // Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов. Научный симпозиум шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции). 2017. С. 119-125. [Novikova S.V., Tunakova Yu.A., Fayzullin R.I., Gabdrakhmanova G.N. Determination of threshold concentrations of metal cations in surface waters used for the preparation of drinking water on the example of Kazan // Environmental monitoring of industrial and transport complexes. Scientific Symposium of the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific and Technical Conference). 2017. P. 119-125.]
 15. Li S., Wang X., Guo Y., Hu J., Lin S., Tu Y., Chen L., Ni Y., Huang L. Recent advances on cellulose-based nanofiltration membranes and their applications in drinking water purification: a review // Journal of Cleaner Production. 2022. T. 333. P. 130171.
 16. Pohrebennyk V., Shybanova A., Kłos-Witkowska A., Ripak N., Borowik B. Purification of drinking water from iron with the help of activated zeolites // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. P. 755-762.

Информация об авторах

Софья Николаевна Медведева, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: sofya3101@bk.ru

Алёна Юрьевна Власова, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: vlasovaay@mail.ru

Рустем Ренатович Вилданов, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: rustrenat@rambler.ru

Information about the authors

Sofya N. Medvedeva, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

E-mail: sofya3101@bk.ru

Alyona Y. Vlasova, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

E-mail: vlasovaay@mail.ru

Rustem R. Vildanov, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

E-mail: rustrenat@rambler.ru