

## РЕАГЕНТНАЯ ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*Г. Б. Абуова, С. А. Пазухин, И. Ю. Киреева, М. С. Бодня*

**Абуова Галина Бекмуратовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной безопасности и водопользования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (917) 093-16-27; e-mail: isipb@aucu.ru;

**Пазухин Сергей Анатольевич**, начальник водопроводных очистных сооружений, МУП г. Астрахань «Астрводоканал», тел.: + 7 (908) 610-55-18; e-mail: pazuhin-74@mail.ru;

**Киреева Ирина Юрьевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры пожарной безопасности и водопользования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (937) 120-45-15; e-mail: kireevaiu0@gmail.com;

**Бодня Максим Сергеевич**, кандидат биологических наук, доцент кафедры пожарной безопасности и водопользования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (988) 069-69-66; e-mail: bodnya@mail.ru

Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития России является повышение качества жизни населения, создание благоприятной и доступной для проживания среды. В данном контексте первостепенное значение приобретает обеспечение населения «физиологически полноценной питьевой водой» за счет относительно малозатратных методов очистки или предочистки природных вод для станций небольшой производительности и включения их в технологическую схему водоподготовки. Особое внимание необходимо уделять экологическим аспектам после сброса промывных вод в водоемы. В работе рассмотрена возможность внедрения дополнительных методов обработки воды, позволяющих исключить сброс в водисточники загрязненных промывных вод после фильтров и отстойников, образующихся в процессе подготовки воды на очистных сооружениях.

**Ключевые слова:** вода, водоподготовка, показатели, очистка, промывные воды.

## REAGENT TREATMENT OF FLUSHING WATERS AT WATER TREATMENT PLANTS

*G. B. Abuova, S. A. Pazukhin, I. Yu. Kireyeva, M. S. Bodnya*

**Abuova Galina Bekmuratovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Fire Safety and Water Management, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (917) 093-16-27; e-mail: isipb@aucu.ru;

**Pazukhin Sergey Anatolyevich**, Head of the Water Treatment Facilities, Municipal Unitary Enterprise Astrakhan "Astrovodokanal", phone: + 7 (908) 610-55-18; e-mail: pazuhin-74@mail.ru;

**Kireyeva Irina Yuryevna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Fire Safety and Water Management, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (937) 120-45-15; e-mail: kireevaiu0@gmail.com;

**Bodnya Maksim Sergeevich**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Fire Safety and Water Management, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (988) 069-69-66; e-mail: bodnya@mail.ru

One of the priorities of Russia's socio-economic development is to improve the quality of life of the population, create a favorable and affordable environment for living. In this context, it is of paramount importance to provide the population with "physiologically complete drinking water" due to relatively low-cost methods of purification or pretreatment of natural waters for low-capacity plants and their inclusion in the technological scheme of water treatment. Special attention should be paid to environmental aspects after the discharge of washing waters into reservoirs. The paper considers the possibility of introducing additional methods of water treatment, which make it possible to exclude the discharge of contaminated wash water into water sources after filters and settling tanks formed during water treatment at wastewater treatment plants.

**Keywords:** water, water treatment, indicators, purification, washing water.

Проблема обеспечения населения России «физиологически полноценной питьевой водой» сохраняет свою актуальность и в современных условиях [1–4]. Сложность и дороговизна модернизации очистных сооружений является причиной неудовлетворительной водоподготовки, а традиционные методы очистки природных вод не всегда позволяют получить воду надлежащего (питьевого) качества, и потому особое значение приобретает разработка новых и совершенствование известных методов водоподготовки [5, 6]. При очистке природных вод образуются сточные воды, состав и тип которых зависят от качества очищаемой природной воды, состава и эффективности сооружений, типа

используемых реагентов и других факторов. Характерной особенностью обратной промывной воды фильтров являются значительные колебания ее расхода (выбросы), а также значительные колебания качества при ее сбросе [7]. Актуальность данного вопроса вызвана тем, что в настоящее время в большинстве случаев осадки из отстойников и промывные воды фильтров сбрасываются без очистки в соседние водоемы, а зачастую и в тот же водоем, из которого забирается вода из источника для хозяйственно-питьевых целей. Кроме того, точка сбора исходной воды и зона сброса неочищенных промывных вод зачастую расположены близко друг к другу, что не только загрязняет источник

водоснабжения, но и существенно влияет на экологическое состояние водоисточника.

Требования к качеству воды, сбрасываемой в поверхностные водные объекты, зачастую более строгие (особенно для водных источников рыбохозяйственного назначения), поэтому на очистных сооружениях водопровода целесообразнее осуществлять мероприятия, направленные на повторное использование промывной воды фильтра в общем процессе очистки воды.

Целью работы является совершенствование технологии очистки природной воды с внедрением мероприятий по исключению сброса промывных вод после фильтров и отстойников в водоисточник.

Объектом исследования являются очистные сооружения водопровода (далее – ОСВ) г. Астрахани.

Исходная вода, через оголовки, насосами первого подъема подается на смесители и смешивается с реагентами (хлорная вода, раствор коагулянта), далее, смешанная с реагентами, вода поступает в камеры реакции, где происходит процесс хлопьеобразования. Из камер реакции вода поступает на первую ступень очистки (горизонтальные или вертикальные отстойники, осветлители), где освобождается от крупной взвеси и поступает на вторую ступень очистки (скорые фильтры). Здесь вода очищается полностью от взвешенных частиц путем пропуска ее через фильтрующий слой (кварцевый песок). Пройдя скорые фильтры, очищенная от взвеси вода подвергается вторичному хлорированию с целью обеззараживания и далее поступает в резервуары чистой воды.

Водопроводные очистные сооружения введены в эксплуатацию с 1939 года. Для гарантированного водоснабжения населения г. Астрахани водой питьевого качества огромное значение имеет санитарная характеристика бассейна реки Волга в той ее части, которая может влиять на качество воды у водозабора. Акватория р. Волга и береговая зона подвержена большим антропогенным нагрузкам, связанным с хозяйственной и производственной деятельностью: на территории Волжского бассейна живет около половины населения России, здесь сосредоточено более половины всех сельскохозяйственных угодий страны; на реки Волжского бассейна приходится до 70 % всех грузоперевозок страны [11].

Момент работы фильтра, когда потеря напора в фильтрующей загрузке достигает предельно допустимого значения или начинает ухудшаться качество фильтрата, служит сигналом для выключения фильтра на промывку в целях восстановления задерживающей способности загрузки [8]. Промывку фильтрующей загрузки в скорых фильтрах производят обратным током воды, используя питьевую воду из резервуаров чистой воды (РЧВ), с помощью промывных насосов [12, 13].

Промывка блоков очистных сооружений осуществляется самотеком из резервуара промывной воды, расположенного выше зала фильтров. В технологической схеме ОСВ предусмотрен сброс промывных вод фильтров и осадок камер реакций и отстойников в водоисточник согласно схеме (рис. 1).

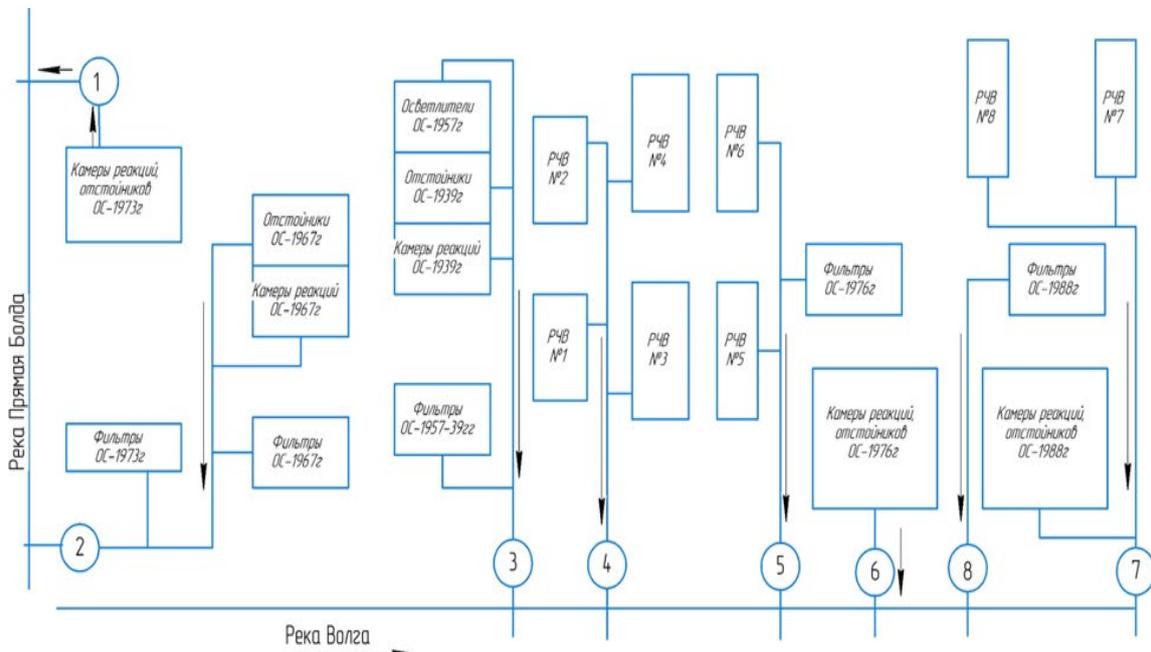


Рис. 1. Технологическая схема сброса промывных вод на ОСВ

Сброс воды в реку Волгу после промывки фильтров и продувки отстойников с камерами реакции осуществляется через восемь выпусков. Месячный расход воды на собственные нужды эксплуатации сооружений (продувку, промывку, планово-предупредительный ремонт и т. д.) составляет 527983 м<sup>3</sup>/мес.

Сброс воды в р. Волгу, после промывки фильтров и продувки отстойников с камерами реакции, при максимальном (фоновом) содержании взвешенных веществ в исходной воде 15 мг/л составит 6 338 172 м<sup>3</sup>/год (табл. 1).

Таблица 1

**Расход сбрасываемой воды по выпускам**

Выпуски, №	м <sup>3</sup> /мес.	м <sup>3</sup> /год
1	3 168	38 016
2	170 113	2 041 356
3	96 140	1 153 680
4	120	1 440
5	99 162	1 189 944
6	4 226	50 712
7	6 542	78 504
8	148 710	1 784 520
Всего по выпускам	528 181	6 338 172

Средняя концентрация содержания загрязняющих веществ в промывных водах, приведена в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, какое общее количество загрязняющих веществ сбрасывается в водоем, тем самым нанося неповторимый экологический урон водным ресурсам. Таким образом, необходимо совершенствовать технологию очистки воды и предусмотреть сооружения повторного использования промывных вод.

Таблица 2

**Средняя концентрация содержания загрязняющих веществ в промывных водах**

Показатели	Выпуски							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Сухой остаток, мг/л	350	372	421	320	372	346	364	344
Взвешенные вещества, мг/л	148	162	136	132	185,5	219	186	194
БПК, мг/л	2,5	2,15	3,04	2,1	2,49	2,58	2,6	3,46
Железо, мг/л	0,55	0,56	0,76	0,4	0,46	0,44	0,64	0,57
Алюминий, мг/л	0,47	0,55	0,5	0,42	0,52	0,54	0,53	0,39
Сульфаты, мг/л	95	69,4	86	64	68	86	87	86

Таблица 3

**Показатели промывной воды, исходной и обработанной серноокислым алюминием**

Показатели	Исходная промывная вода	Результаты анализа						Показатели речной воды
		Дозы коагулянта						
		7	8	9	10	11	12	
Мутность, мг/л	117	1,0	0,8	0,5	0,3	0,0	0,0	10,54
Цветность, град	22	12	11	10	9	8	7	21
Водородный показатель pH	7,1	7,16	7,13	7,01	7,01	7,0	7,0	7,5
Щелочность, мг/л	3,2	1,85	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60	2,3
Железо, мг/л	0,94	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,52
Алюминий, мг/л	1,4	0,17	0,15	0,09	0,05	0,08	0,08	0,04
Сульфаты, мг/л	58	62,8	65,2	68,5	71,1	74,6	77,4	49,9

В работе предлагается реагентный метод очистки промывных вод. Для испытания был выбран серноокислый алюминий, который на данный момент используется на ОСВ для очистки природной воды. Для подбора оптимальной дозы реагента, дающей наибольший эффект очистки промывных вод, были проведены испытания в лабораторных условиях по рабочей методике проведения пробного коагулирования, разработанной согласно [9, 10]. Промывная вода после промывки скорых фильтров блока отбиралась из контрольного колодца выпуска №8. Далее в химико-бактериологической лаборатории были проведены анализы промывной воды по показателям, исходной и обработанной коагулянтами, результаты представлены в таблице 3.

Согласно таблице 3 видно, что использование серноокислого алюминия позволяет снизить содержание взвешенных веществ в промывной воде при всех исследованных параметрах. Для достижения нормативных показателей, достаточно применить реагент с дозой 8 мг/л. Сравнивая показатели речной воды и обработанной промывной воды коагулянтами, видно, что концентрации показателей в очищенной промывной воде меньше, чем концентрации в речной воде, поэтому возвращаемые очищенные промывные воды в смеситель не повлияют на увеличение расхода реагентов.

Одним из важнейших показателей качества промывной воды является санитарно-микробиологические показатели.

Таблица 4

**Микробиологические показатели промывной воды**

Показатели	Результаты анализа промывной воды	Результаты анализа речной воды
ОМЧ, 1 мл КОЕ	отс.	47,0
ОКБ, в 100 мл КОЕ	отс.	48,0
ТКБ, в 100 мл КОЕ	отс.	27,0
Споры клостридий в 20 мл КОЕ	отс.	23,0

Согласно таблице 4, промывная вода не загрязнена патогенной микрофлорой, для этого не требуется дополнительного обеззараживания. Таким образом, обработка промывных вод коагулянтами серноокислым алюминием существенно улучшает качество осветленной части. Наилучший способ использования промывной воды, использовать воду повторно [14, 15]. При возврате очищенной промывной воды в смеситель, снижается забор воды из водоема и не наносят существенный урон экологии.

### Список литературы

1. Меннанов Э. Э. Современные проблемы обеспечения населения Республики Крым качественной питьевой водой / Э. Э. Меннанов, И. Н. Борбот, И. В. Данилович // Экономика строительства и природопользования. – 2022. – № 4 (85). – С. 99–105. – EDN ISUTBV.
2. Иванова О. В. О проблеме обеспечения качественной питьевой водой населения республики Хакасия / О. В. Иванова // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире : сборник статей Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 08 сентября 2016 года. – Новосибирск : ООО «ОМЕГА САЙНС», 2016. – С. 329–332. – EDN WLCKXL.
3. Мустафин С. К. Проблемы обеспечения качественной питьевой водой населения территорий недропользования Арктической зоны России / С. К. Мустафин, А. Н. Трифонов, К. К. Стручков // Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе : материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 27 ноября 2020 года. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 195–199. – EDN WGPVBZ.
4. Медведев А. А. Современные проблемы очистки природной воды и пути их решения / А. А. Медведев, Е. В. Пакалова, Г. Б. Абуова // Перспективы развития строительного комплекса : материалы XIV Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 22–23 октября 2020 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – Т. 14. – С. 205–209. – EDN OOVDRP.
5. Абубакарова Ж. С. Перспективы использования современных технологий очистки поверхностных вод для водообеспечения населения Чеченской республики / Ж. С. Абубакарова, А. А. Атаева // Экологические проблемы промышленных городов : сборник научных трудов по материалам 8-й Международной научно-практической конференции, Саратов, 20–22 апреля 2017 года. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина, 2017. – С. 256–260. – EDN YRLYTT.
6. Ведерникова Е. В. Использование современных технологий очистки воды в системах коммунального хозяйства Дальневосточного региона / Е. В. Ведерникова, Р. О. Ведерников, М. Н. Шевцов // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2020. – Т. 3. – С. 308–315. – EDN ISVGKP.
7. Пазухин С. А. О проблемах утилизации промывных вод на станциях водоподготовки в Астраханской области / С. А. Пазухин, Г. Б. Абуова // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования : материалы XI Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 17–18 мая 2022 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 26–27. – EDN QVPCXI.
8. Фрог Б. М. Водоподготовка : учебное пособие / Б. М. Фрог, А. П. Левченко. – Москва : Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 1996.
9. ГОСТ Р 51642-2000. Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности. – Дата введения 2001-07-01. – Москва : Издательство стандартов, 2000. – 15 с.
10. Методики проведения технологических изысканий и моделирования процессов очистки воды на водопроводных станциях. ОАО «НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды», ООО «Водкоммунтех». – 2001.
11. Пакалова Е. В. Оценка качества природной воды в условиях паводка и "цветения" на примере реки волги / Е. В. Пакалова, Г. Б. Абуова, А. А. Медведев // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования : материалы X Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 27–28 апреля 2021 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 90–93. – EDN VKLBGT.
12. Переработка промывных вод станций очистки поверхностных вод / Г. Б. Брайловский, Е. В. Мигалатий, О. Б. Насчетникова, В. В. Старухина // Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности промышленных регионов : материалы Международной научно-практической конференции, Кемерово, 03–04 октября 2017 года / под общ. ред. Т. А. Красновой. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2017. – С. 133–135. – EDN ZWAE0J.
13. Урванцева М. И. Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, расположенных на источниках малой и средней мутности и цветности : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2011. – 20 с. – EDN QHOGQZ.
14. Утилизация промывных вод водоподготовительных сооружений / Ю. Л. Сколубович, Т. А. Краснова, Д. Д. Волков и др. // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). – 2018. – Т. 21, № 4 (70). – С. 117–123. – EDN YZTDFR.
15. Капанский А. А. Повышение энергетической эффективности водозаборов за счет повторного использования промывной воды и сокращения времени фильтроцикла / А. А. Капанский // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23, № 3. – С. 90–102. – DOI: 10.30724/1998-9903-2021-23-3-90-102. – EDN RDPDM.

© Г. Б. Абуова, С. А. Пазухин, И. Ю. Киреева, М. С. Бодня

#### Ссылка для цитирования:

Абуова Г. Б., Пазухин С. А., Киреева И. Ю., Бодня М. С. Реагентная обработка промывных вод на водопроводных очистных сооружениях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 1 (47). С. 29–32.