

## Варианты повторного использования промывных вод станций водоподготовки

*Б.М. Гришин, М.В. Бикунова, Д.А. Янюшкин*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза*

**Аннотация:** В статье приведен анализ технологических схем повторного использования загрязнённых вод, полученных после промывки скорых фильтров водоочистных станций. Показаны преимущества и недостатки существующих вариантов повторного применения и утилизации очищенных и неочищенных промывных вод. Предложена новая технология водоподготовки, предусматривающая предварительную обработку промывных вод органическим коагулянт с дальнейшим их смешением с речной водой и последующей реагентной очисткой полученной смеси отстаиванием и фильтрованием.

**Ключевые слова:** водоподготовка, промывные воды фильтров, коагуляция, сернокислый алюминий, органический коагулянт, осветление.

На промывку скорых фильтров расходуется значительное количество воды, составляющее до 15% от производительности водоочистной станции. Промывная вода может содержать до 600 мг/л взвешенных веществ, представляющих из себя в основном тонкодисперсные частицы размером менее 0,01 мм. Кроме того, при использовании алюмосодержащих коагулянтов в технологиях водоподготовки, промывная вода может содержать повышенные концентрации (до 5-6 мг/л) ионов алюминия. Сброс неочищенных промывных вод в водоёмы негативно влияет на окружающую среду, т.к. приводит к загрязнению водных объектов органическими и неорганическими веществами, хлорсодержащими соединениями, а также реагентами, используемыми в качестве коагулянтов и флокулянтов.

Сброс промывных вод в городскую канализационную сеть является экономически нецелесообразным, так как в этом случае требуется значительное увеличение диаметров коллекторов для приёма залповых расходов и повышаются нагрузки по минеральным веществам на сооружения биологической очистки сточных вод.

В целях уменьшения расходов на собственные нужды станций водоподготовки, нормативными документами рекомендуется повторное использование промывных вод фильтров по двум основным схемам. По первой схеме промывные воды через песколовку поступают в резервуар-усреднитель, а затем перекачиваются насосами в голову очистных сооружений, обычно в трубопровод исходной воды перед смесителями. По второй схеме промывные воды после обработки флокулянтom осветляются в отстойнике периодического действия, затем осветлённая вода подаётся в трубопровод исходной воды перед смесителями, а образующийся осадок поступает на иловые площадки для обезвоживания.

Схемы оборота промывных вод показаны на рис.1.

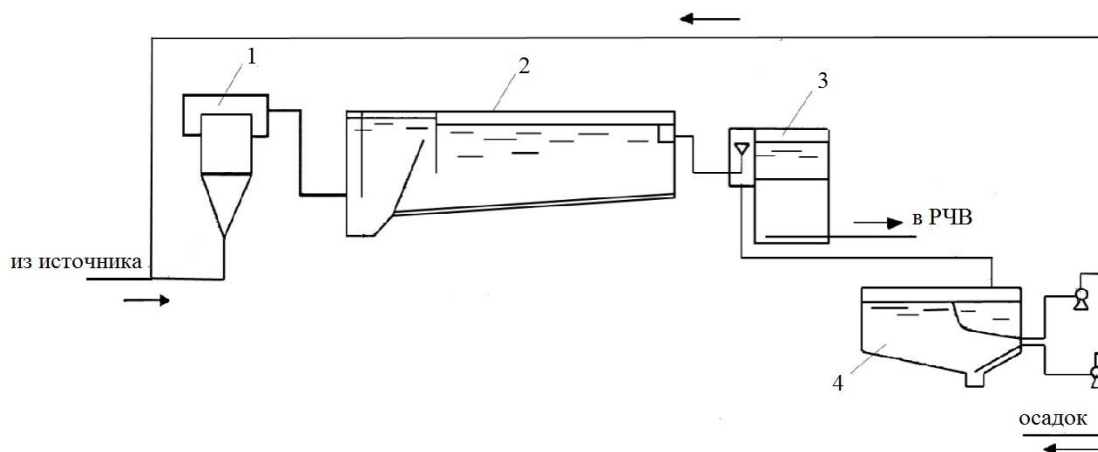
При двухступенчатой схеме очистки р. Суры, которая имеет место на водоочистных сооружениях (ВОС) г. Пензы, применяют первую схему (см. рис. 1, а). Промывные воды фильтровальных сооружений поступают через песколовку в резервуары-усреднители, а из них без отстаивания равномерно подаются в голову очистных сооружений. Смесь речной воды и промывных вод обрабатывается коагулянтom – сернокислым алюминием (СА). Осадок, накапливающийся на дне резервуара, направляется на дальнейшую обработку.

Исследования, проведённые авторами работ [1, 2] показали, что промывные воды от фильтров можно возвращать в голову сооружений в количестве до 30% от общего объёма обрабатываемой речной воды. При этом эффективность очистки воды в отстойниках повышалась, а качество очищенной питьевой воды по всем показателям, включая микробиологические, удовлетворяло требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Даже при уменьшении дозы алюмосодержащих коагулянтomов качество осветленной воды смеси речной и промывной воды было лучше, чем при очистке одной речной воды. При этом забор сырой речной воды на очистных

---

сооружениях сократился на 9-13% и полностью прекратился сброс воды в источники водоснабжения.

а)



б)

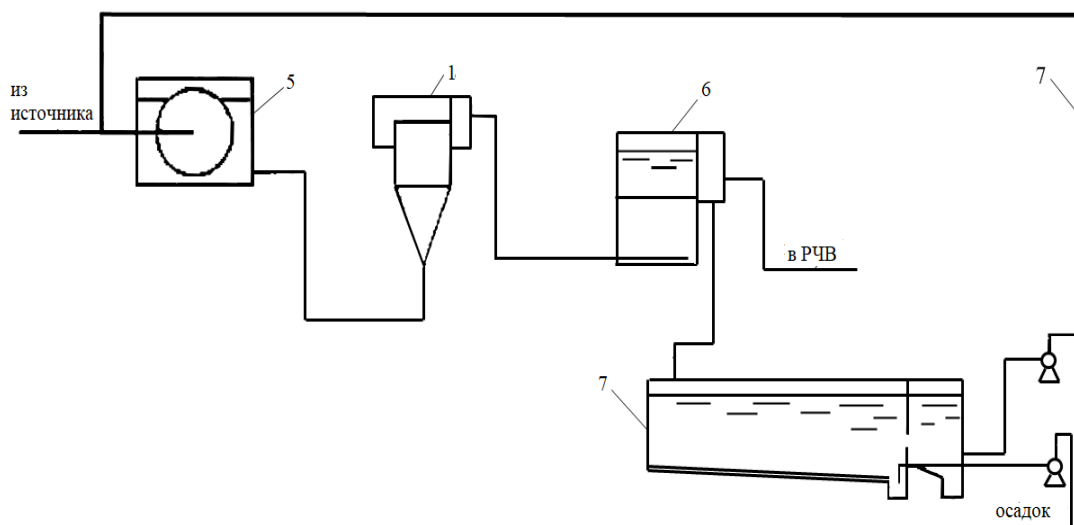


Рис. 1. – Технологические схемы оборота промывных вод:

а – с резервуарами-усреднителями; б – с отстойниками периодического действия;

1 – смеситель воды с реагентами; 2 – отстойник (осветлитель);  
3 – скорый фильтр; 4 – резервуар-усреднитель; 5 – входная камера;  
6 – контактный осветлитель; 7 – отстойник периодического действия

В работе [3] предлагается промывные воды фильтров после осветления в резервуарах-отстойниках перекачивать в инфильтрационные галереи для заводнения подземных водоносных горизонтов, питающих поверхностный источник. Этот способ имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что осветленные без реагентной обработки флокулянтами промывные воды имеют высокие концентрации по взвешенным веществам и остаточному алюминию, поэтому загрязнённые инфильтрационные потоки через некоторое время будут оказывать негативное влияние на качество воды в источнике.

Авторами работы [4] предлагается обрабатывать промывные воды коагулянт-оксихлоридом алюминия и флокулянт, а затем направлять на один или несколько выделенных из основной схемы очистки речной воды горизонтальных отстойников и скорых фильтров. Недостатком такой технологии является необходимость создания работающей совместно с основной двухступенчатой схемой очистки воды дополнительной цепочки сооружений «смеситель – отстойники – фильтры – резервуары», требующей значительных дополнительных площадей.

Анализ экспериментальных данных, приведённых в работах различных авторов, позволил сделать вывод о том, что процесс коагуляции тонкодисперсных примесей речной воды интенсифицируется в присутствии крупнодисперсных (более 40 мкм) частиц контактной массы, таких, как пузырьки воздуха [5], порошкообразный уголь [6, 7], микропесок [8-10] и осадок отстойников [11]. Следовательно, для улучшения процесса коагуляции примесей воды р. Суры и снижения доз СА представляет научно-практический интерес смешение речной воды с промывными водами фильтров, предварительно обработанными малыми дозами органического коагулянта и имеющими в своем составе крупнодисперсные агрегаты.

---

На основании проведённого анализа для ВОС г. Пензы, может быть предложена следующая технологическая схема коагулирования примесей речной воды (рис. 2).

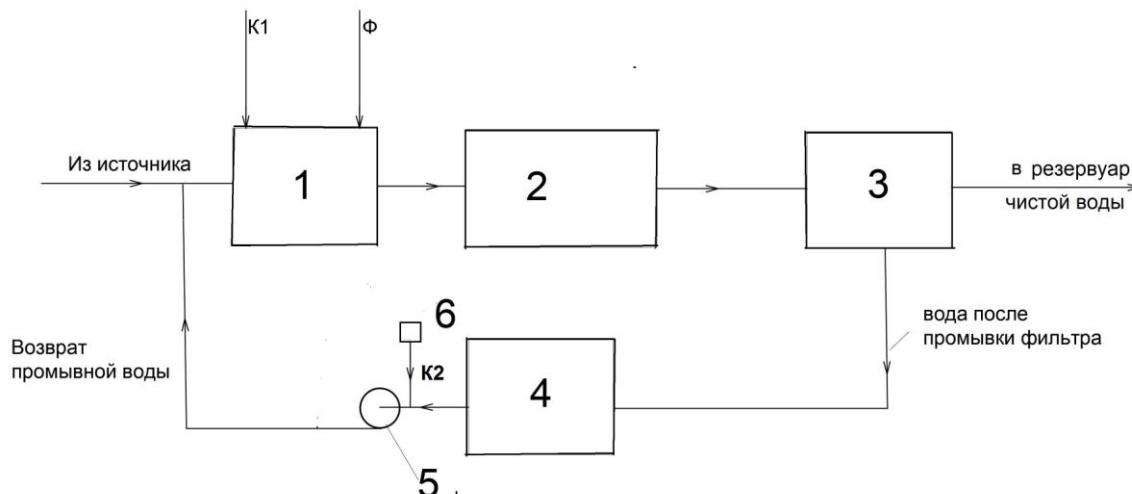


Рис. 2. – Предлагаемая технологическая схема коагулирования примесей речной воды:

1 – смеситель; 2 – отстойник с камерой хлопьеобразования; 3 – скорый фильтр; 4 – резервуар-усреднитель; 5 – насос возврата промывной воды в голову сооружений; 6 – насос-дозатор; K1 – коагулянт СА; K2 – органический коагулянт; Φ – флокулянт

В соответствии с предложенной схемой, промывная вода после резервуара - усреднителя 4 насосом 5 перекачивается в трубопровод сырой речной воды перед смесителем 1. Во всасывающую линию насоса 5 при помощи насоса-дозатора 6 подаётся органический коагулянт K2. На участке трубопровода возврата промывной воды, соединяющего насос 5 с трубопроводом сырой воды, в режиме интенсивного перемешивания осуществляется коагуляция взвешенных частиц промывной воды с образованием крупных и прочных хлопьев. Попадая в смеситель 1, общий поток речной и промывной воды обрабатывается сернокислым алюминием (K1), а затем флокулянтом. Интенсификация процесса коагуляции примесей речной воды будет происходить за счёт следующих факторов:

- использования контактной массы, представляющей собой взвешенные частицы возвратной промывной воды;

- наличия в потоке на входе в смеситель крупнодисперсных хлопьев вследствие предварительной обработки промывной воды органическим коагулянтом, при этом на поверхности предварительно сформированных хлопьев будет осуществляться ускоренное прилипание примесей речной воды и продуктов гидролиза алюмосодержащего коагулянта;

- совместного использования для обработки речной воды минерального и органического коагулянта, введенных отдельно, а также флокулянта.

Предлагаемая технология коагуляционной обработки позволит значительно снизить дозы сернокислого алюминия и уменьшить эксплуатационные затраты на очистку речной воды при обеспечении высокого качества питьевой воды в условиях изменяющихся температур, щелочности и рН водоисточника.

### Литература

1. Алексеев С.Е., Шелест С.Н., Захаров В.Р., Моор Н.В., Опыт внедрения технологии утилизации промывных вод на водопроводных очистных сооружениях г. Омска // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. №6. С. 9-19 .
  2. Быкова П.Г., Стрелков А.К., Занина Ж.В., Занин М.А., Поняева М.П. Повторное использование воды от промывки фильтров // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. №12. С. 14-17.
  3. Ланге Н.Д., Дордин В.Д. Повторное использование промывных вод на левобережном водозаборе г. Новокузнецка // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2012. №1. С. 57-59.
  4. Артеменок Н.Д., Урванцева М.И. Комплексная оценка процессов очистки промывных вод водопроводных станций в Западной Сибири // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. №2. С. 25-29.
-

5. Гришин Б.М., Бикунова М.В., Кошев А.Н., Шеин А.И., Эффективность коагуляционной обработки при безнапорном перемешивании пузырьками воздуха различной дисперсности // Региональная архитектура и строительство. 2020. №1 (42). С. 162-168.

6. Danny P.W.S., Muhammad R.B., Norazanita S. Assessment and Optimization of Coagulation Process in Water Treatment Plant: A Review //ASEAN Journal of Science and Engineering. 2023. №3(1). p. 79-100.

7. Gui H., Huang X., Yu.Z., Chen P., Cao X. Application progress of enhanced coagulation in water treatment //RSC Advances. 2020. №10(34). p. 20231-20244.

8. Desjardins C., Koudjonou B., Desjardins R. Laboratory study of ballasted flocculation //Water Research. 2022. №36. p. 744-754.

9. Lapointe M., Barbeau B. Characterization of ballasted flocs in water treatment using microscopy // Water Research. 2016. №90. p. 119-127.

10. Рябчиков Б.Е., Ларионов С.Ю., Пантелеев А.А., Шилов М.М. Исследование интенсифицированной коагуляционной очистки воды с использованием микрореска // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. №5. С. 14-21.

11. Вольфтруб Л.И., Корабельников В.М., Гудошникова А.Е. Опыт модернизации отстойников и осветлителей на станциях водоподготовки// Водоснабжение и санитарная техника. 2010. №5. С. 47-52.

### References

1. Alekseev S.E., Shelest S.N., Zakharov V.R., Moor N.V. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2018. № 6. pp. 9-19 .

2. By`kova P.G., Strelkov A.K., Zanina Zh.V., Zanin M.A., Ponyaeva M.P. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2015. №12. pp. 14-17.

3. Lange N.D., Dordin V.D. Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial`nogo universiteta. 2012. №1. pp. 57-59.



4. Artemenok N.D., Urvanczeva M.I. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2011. №2. pp. 25-29.
5. Grishin B.M., Bikunova M.V., Koshev A.N., Shein A.I. Regional'naya arkhitektura i stroitel'stvo. 2020. №1 (42). pp. 162-168.
6. Danny P.W.S., Muhammad R.B., Norazanita S. ASEAN Journal of Science and Engineering. 2023. №3 (1). pp. 79-100.
7. Gui H., Huang X., Yu.Z, Chen P., Cao X. RSC Advances. 2020. №10 (34). pp. 20231-20244.
8. Desjardins C., Koudjonou B., Desjardins R. Water Research. 2022. №36. pp. 744-754.
9. Lapointe M., Barbeau B. Water Research. 2016. №90. pp. 119-127.
10. Ryabchikov B.E., Larionov S.Yu., Panteleev A.A., Shilov M.M. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2015. №5. pp. 14-21.
11. Vol'ftrub L.I., Korabel'nikov V.M., Gudoshnikova A.E. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2010. № 5. pp. 47-52.

**Дата поступления: 13.10.2023**

**Дата публикации: 15.12.2023**