

АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

В.И. Митрофанова, канд. хим. наук, доцент
Амурский государственный университет
(Россия, г. Благовещенск)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-9-1-299-304

Аннотация. В данной статье представлен мини-контрольный анализ поверхностных вод в месте сброса сточных вод после очистки. Чистота водных природных водоемов в населенных пунктах это всегда волнующая людей проблема. Это тем более важно, если из данного природного водоема идет забор воды для питьевого снабжения населения. Усугубляется проблема также большой численностью населения, множеством предприятий с различными отходами и многими другими причинами. В нашем мини-исследовании представлена попытка самостоятельно «проконтролировать» насколько официальные сведения о чистоте водоемов в местах сброса очистных вод соответствуют действительности. Сравнить результаты анализа в большом населенном пункте с анализом штатного поселкового пункта.

Ключевые слова: поверхностные воды, сточные воды, очистка вод механическая, химическая, биологическая, лабораторный анализ, нормативные показатели.

Вода – это источник жизни и это неоспоримо. Очень хочется, чтобы этот источник, используемый для нашего существования, был соответствующей чистоты. Особенно это касается сточных вод (СТ) после очистки, сбрасываемых в природные водные бассейны – реки, озёра. Ведь именно оттуда вода поступает уже в городские и поселковые сети, проходя правда еще один этап очистки. Есть и еще проблема, волнующая всех нас – влияние сбрасываемых вод из очистных сооружений на флору и фауну природных водных источников. Скорее всего эта проблема первична, а использование такой воды для человеческих нужд, в первую очередь как питьевую, уже вторично.

Из поставленной проблемы логично вытекает цель данного исследования – провести мини-мониторинг по дополнительному определению качества поверхностных вод в местах, где сбрасываются СТ после соответствующей очистки в природные водные источники.

Нами были исследованы образцы сточных вод в центральном городе и одного их районных поселков. С другой стороны, было интересно сравнить насколько качественные показатели СТ, отобранные в разных источниках, отличаются друг от друга. Соответственно подтвердить или

опровергнуть официальные сведения о чистоте сбрасываемых сточных вод. Конечно, всем и так понятно, если сточные воды не пройдут должной очистки, то после их сброса в природных источниках воды будут происходить очень серьезные процессы, приводящие к негативным изменениям вплоть до необратимых для флоры и фауны [5]. В частности, это изменения физических свойств среды – нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление специфического запаха, изменение вкуса и мн. др. Далее, изменение химических свойств проявится в следующем: появление вредных и токсичных соединений, грязной пены на водной поверхности, на дне появятся разные отложения, сократится количество растворенного кислорода в воде в следствии расхода его на окисление поступающих в водоем органических загрязняющих соединений, а все это в свою очередь приведет к появлению новых микроорганизмов, в том числе болезнетворных [9, 18].

Отметим, какие компоненты являются загрязнителями сточных вод. Во-первых, неорганические соединения, часто являющиеся токсическими для обитателей водной среды – это соединения меди, цинка, кадмия, ртути, свинца, фтора, хлора, цианиды, роданиды и мн. др. Во-вторых, это

органические соединения разных классов, в том числе фенолы, красители, производные нефтепродуктов, а также появляющиеся отдельные «осколки» органических соединений и свободные элементы (водород, азот, кислород, углерод), участвующие и дальше в различных процессах усиливая загрязнение и отравляя «живое» водоемов.

Что же представляют из себя сточные воды? Сточные воды, отводимые с территории населенных пунктов (бытовые), промышленных предприятий, в зависимости от происхождения, вида и качественной характеристики примесей, как правило делят на три категории: 1 – бытовые (или хозяйственно-фекальные); 2 – производственные; 3 – атмосферные (ливневые) [6]. Каждая из этих категорий вод содержит огромный набор различных соединений биогенного происхождения, органических и неорганических веществ разных классов, образующихся в результате самых разнообразных реакций, присутствуют и нефтепродукты, растворенные соли и кислоты, механические частицы (песок, глина, мусор и пр.). Большой вклад по загрязненности сточных вод вносят промышленные предприятия, так как до-

вольно часто именно они являются «поставщиками» отравляющих и токсичных веществ. И естественно, от вида загрязнителей сточных вод зависят методы и формы очистки СТ.

В целом, современные очистные сооружения довольно эффективны, если вовремя проходят технический контроль, замену устаревших или вышедших из строя агрегатов и т.д. Поступающие сточные воды на очистные сооружения, так называемые городские (они включают все три категории сточных вод), проходят несколько видов очистки в несколько этапов: 1 – механическая (процеживание через решетки, пескоулавливание, отстаивание и фильтрация); 2 – химическая (нейтрализация, окисление, восстановление, реагентные методы перевода загрязняющих веществ в мало- и труднорастворимые соединения); 3 – физико-химическая (проводится, как правило, при обработке производственных сточных вод: коагуляция, флотация, сорбция, ионный обмен, экстракция, электрохимические методы и мембранные); 4 – биологическая (аэробными гетеротрофными бактериями) [6, 19, 20]. Для представления этапности очистки на рисунке 1 показана классическая схема очистки СТ.

Схема стандартного процесса очистки сточных вод с использованием активного ила

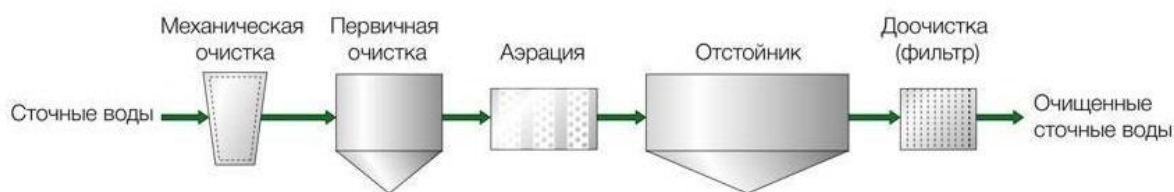


Схема типичного процесса очистки сточных вод с использованием мембранного биореактора



Рис. 1. Классическая схема процесса очистки сточных вод

В Российской Федерации существует серьезная нормативно-правовая база в области очистки сточных вод. Поэтому весь анализ СТ проводится строго и согласно, нормативных документов. Количество показателей качества СТ, а анализ проводится на всех этапах очистки, составляет до-

вольно внушительный список. Тем не менее, можно выделить наиболее существенные показатели, определяемые в первую очередь и строго по временным срокам: температура (влияет на многие химические и биохимические процессы, проходящие в СТ на растворимость кислорода в

воде, необходимого для жизнедеятельности микроорганизмов); окраска (органолептический показатель – ОЛП, сильно окрашенные воды, как правило, это производственные СТ); запах (ОЛП, вызывается летуче-пахучими веществами); прозрачность (ОЛП, определяет общую степень загрязненности СТ); водородный показатель (влияет на все химические и биохимические процессы); сухой и плотный остаток; жесткость (определяется содержанием кальция и магния); содержание взвешенных частиц (является очень важным, так как используется для расчета первичных отстойников и определения количества образующихся осадков); содержание оседающих частиц; химическая окисляемость (позволяет оценить количество растворенного кислорода, необходимого для окисления примесей, так называемая потребность в кислороде – ХПК); биохимическая окисляемость (это содержание в воде органических примесей, которые могут быть окислены аэробными бактериями и по аналогии с ХПК её называют биохимической потребностью в кислороде – БПК); содержание соединений азота и фосфора (содержатся в органических и неорганических соединениях, определяют здесь, как правило, общий азот); содержание сульфатов и хлоридов; содержание СПАВ – синтетических поверхностно-активных веществ (они серьезно угрожают санитарному состоянию водоемов и оказывают влияние на работу очистных сооружений, а также препятствуют оседанию взвешенных частиц и процессам самоочищения от остатков загрязнителей); содержание токсичных веществ (это в первую очередь тяжелые металлы – железо, никель, медь, свинец, цинк, а также ртуть, стронций, бор, алюминий, хлор и мн. др.), содержание нитратов и нитритов, органических веществ и т. д. и т. п. [1, 2, 4] Естественно это еще не весь перечень показателей, компоненты которых оказывают негативное влияние на состояние СВ. По всем показателям, особенно токсичным, существуют ПДК, регламентируемые целым рядом нормативных документов. Как видим, состав СВ по химическим показателям довольно много-

образен (пока исключаем биохимические и биологические показатели), поэтому процесс подготовки (очистки) СВ к выведению в природные водоемы является сложным многоуровневым технологическим процессом.

В рамках нашего исследования образцы СВ (аналитические пробы) отбирались после последнего этапа очистки (фильтрация) и анализировались по следующим показателям:

1. Концентрация взвешенных частиц (гравиметрический метод по ПНД Ф 14.1:2:3.110-97, РД 52.24.468-2019) [10].

2. Содержание хлоридов (аргентометрический метод по ПНД Ф 14.1:2:3.96-97) [14].

3. ХПК – химическое потребление кислорода или окисляемость (титриметрический метод по ПНД Ф 14.1:2:3.100-97) [15].

4. Содержание фосфатов (фотометрический метод по РД 52.24.382-2019) [17].

5. Содержание аммонийного азота (фотометрический метод с реактивом Несслера по ПНД Ф 14.1:2:3.1-95, ГОСТ 33045-2014) [11].

6. Жесткость (титриметрический метод по РД 52.24.395-2017, ПНД Ф 14.1:2:3.98-97, ГОСТ Р 58556-2019) [13].

7. Водородный показатель (рН) (потенциометрический метод по РД 52.24.395-2017) [16].

8. Содержание фенолов (флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02 по ПНД Ф 14.1:2:4.182-02) [12].

Пробы поверхностной воды в месте сброса СТ вод после очистки отбирались согласно ГОСТ Р 59024-2020 [3]. Значения нормативных требований к содержанию определяемых компонентов могут иметь некоторые отличия (в СанПиН, ГОСТ, РД, ПНД Ф и др.). Это связано прежде всего с тем, что в зависимости от наличия тех или иных промышленных и сельхозпредприятий в местности, количества населения, состояния природных водных источников, состояния сантехнических сооружений и др. причин, контролирующие организации по определению качества СВ, сбрасываемых после очистки и поверхностных вод в

местах, используют рекомендованную нормативную документацию соответствующими руководящими органами, наделенными такими полномочиями.

Результаты проведенных анализов поверхностных вод, отобранных в местах сброса очищенных СТ, т.е. поверхностных вод (ПВ) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения качественных показателей ПВ

№	Показатели качества СТ (при P = 0,95)	Полученные результаты				ПДК
		ЦГ		РП		
		max	min	max	min	
1	Концентрация взвешенных частиц (мг/дм ³)	15	12	19	15	15
2	Хлориды (мг/дм ³)	59	42	125	35	не более 300*
3	ХПК (окисляемость), O ₂ (мг/дм ³)	20	12	15	6	не более 30
4	Фосфаты (полифосфаты), (мг/дм ³)	2,4	1,8	9	5	не более 13 не более 0,2*
5	Аммонийный азот (NH ₄ ⁺), (мг/дм ³)	9,5	0,5	25	20	не более 20 не более 2,0*
6	Водородный показатель, ед. рН	8,5 – 6,5		8,8 – 7,0		8,5 – 6,5
7	Жесткость (общая), (мг•экв/л)	8,5	7,0	9,0	7,0	7,0
8	Концентрация фенолов (мг/дм ³)	0,0029		0,0015		не более 0,001

*Приказ Министерства сельского хозяйства № 552 [8]

Таким образом, полученные результаты анализа поверхностных вод в местах сброса очищенных сточных вод в целом приемлемы и соответствуют требуемым нормативным показателям (но в данном исследовании неполный комплекс анализов) как в большом городе, так и районном поселке. Надо отметить, что содержание фенолов хоть и незначительно, но превышает нормативное требование. Кроме того, надо констатировать, что действительно боль-

шую роль на состояние СВ и конечно ПВ оказывают количество населения, наличие предприятий, особенно химического направления, техническое состояние сантехнических и конечно очистных сооружений. В общем случае, согласно нашему выборочному анализу, можно не переживать за состояние наших природных водоемов, куда сбрасываются сточные воды после прохождения очистки.

Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
2. Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территорий промышленных предприятий и расчету условий выпуска его в водные объекты // ВНИИ ВОДГЕО. – М., 1982. – 45 с.
3. ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: Изд-во стандартов, 2022. – 17 с.
4. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/389/38949.pdf>.
5. ГОСТ Р 58556-2019. Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gost.gtsever.ru/Data/718/71897.pdf>.
6. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
7. Мясников, И.Н. Очистка сточных вод и обработка образующихся осадков на НПЗ // Материалы отраслевого совещания по экологизации 28-29 марта 2000 г. – М., том II, Ассоциация нефтехимиков и нефтепереработчиков.
8. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ М-ва сельского хозяйства

Рос. Федерации от 13 дек. 2016 г. №552. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=364518>.

9. Пааль, Л.Л. Справочник по очистке сточных и природных вод / Я.Я. Кару, Х.А. Мельдер, Б.И. Репин. – М.: Высшая школа, 2019. – 98 с.

10. ПНД Ф 14.1:2:3.110-97. Методика измерений массовой концентрации взвешенных частиц в пробах природных и сточных вод гравиметрическим методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/d94/4293751544.pdf>.

11. ПНД Ф 14.1:2:3.1-95. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gost.gtsever.ru/Data2/1/4293850/4293850892.htm>.

12. ПНД Ф 14.1:2:4.182-02. Методика измерений массовой концентрации фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gost.gtsever.ru/Data2/1/4293730/4293730056.pdf>.

13. ПНД Ф 14.1:2:3.98-97. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/2d2/4293751546.pdf>.

14. ПНД Ф 14.1:2:3.96-97. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://standartgost.ru/g/ПНД_Ф_14.1:2:3.96-97.

15. ПНД Ф 14.1:2:3.100-97. Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gostrf.com/normadata/1/4293832/4293832507.htm>.

16. РД 52.24.495-2017. Водородный показатель вод. Методика измерений потенциометрическим методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739174.pdf>.

17. РД 52.24.382-2019. Массовая концентрация фосфатного фосфора. Методика измерений фотометрическим методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293729/4293729845.htm>.

18. Смирнов, Д.Н. Очистка сточных вод / Д.Н. Смирнов, В.Е. Генкин. – М.: Металлургия, 2019. – 196 с.

19. Справочник инженера по охране окружающей среды (эколога) / под ред. В.П. Перхуткина. – М.: Инфра-Инженерия, 2005. – 864 с.

20. Хенце, М. Очистка сточных вод / П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – М.: Мир, 2004. – 480 с.

SURFACE WATER ANALYSIS

V.I. Mitrofanova, *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor*
Amur State University
(Russia, Blagoveshchensk)

Abstract. *This article presents a mini-control analysis of surface waters at the wastewater discharge site after treatment. The cleanliness of natural water bodies in populated areas is always a problem of concern to people. This is all the more important if there is a water intake from this natural reservoir for food supply to the population. The problem is also aggravated by a large population, many enterprises with various wastes and many other reasons. In our mini-study, an attempt is presented to independently "check" how much official information about the cleanliness of reservoirs in places where wastewater is discharged corresponds to the reality. Compare the results of the analysis in a large settlement with the analysis of a regular settlement.*

Keyword: *surface water, wastewater, mechanical, chemical, biological water treatment, laboratory analysis, regulatory indicator*

s.