

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ в процессе очистки поверхностных СТОЧНЫХ ВОД торгового комплекса г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

Работа проведена на примере очистки поверхностных сточных вод торгового комплекса «ОКЕЙ». Представлен состав поверхностного стока в зависимости от антропогенной нагрузки. Описана вся технологическая схема очистки поверхностных сточных вод с территории торгового комплекса «ОКЕЙ» по ступеням очистки. Приведены химические превращения в процессе очистки поверхностных сточных вод на каждой стадии обработки.



Введение

В целях сохранения и восстановления качества водных объектов предъявляются высокие требования к содержанию биогенных веществ и нефтепродуктов в очищенных поверхностных сточных водах, что нередко предполагает помимо механической очистки использование биологической обработки и доочистки. В последние годы большое внимание уделяется разработкам технологических схем очистки поверхностного стока с территорий различных предприятий с целью поддержания экологического уровня окружающей среды и экономии денежных средств, затрачиваемых на уплату штрафов за превышающие концентрации в стоках. По просьбе представителей торгового комплекса «ОКЕЙ» проведены исследования поверхностного стока, запроектирована и смонтирована вся технологическая схема очистки стока. В работе отмечено, что каждый регион имеет свои особенности состава и концентраций загрязнений поверхностного стока после дождей; выпавший снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждает на поверхность земли значительную часть поллютантов из атмосферы, которые определяют химический состав талых вод.

Л.Г. Акын*,
аспирант, ФГБОУ
ВПО Ростовский
государственный
строительный
университет,
инженер-
проектировщик,
ВК ОАО «Ростовский
Промзернопроект»

В.С. Алешин,
кандидат технических
наук, профессор
кафедры
водоснабжения
и водоотведения,
ФГБОУ ВПО
Ростовский
государственный
строительный
университет

Материалы и методы исследования

Влияние техногенной нагрузки на состав стока изучали в трех различных зонах сброса поверхностных сточных вод в р. Дон:

- 1) в зоне автомагистрали федерального назначения с интенсивным движением автотранспорта, высокой плотностью населения и низкой степенью озеленения жилых кварталов;
- 2) в пониженной части селитебной территории северного жилого массива, вблизи ТЭЦ-2;
- 3) в рекреационной зоне.

Химический анализ содержания загрязнений сточных вод проводился по 19-ти наименованиям [1, 2], (табл. 1).

Результаты и их обсуждение

Данные таблицы указывают на необходимость не только механической, но и физико-химической очистки поверхностных сточных вод. В связи с разнообразием загрязнений поверхностного стока для проектирования и строительства нами были

* Адрес для корреспонденции: leisan.murtazina2009@yandex.ru

Таблица 1

Состав талого стока в зависимости от антропогенной нагрузки

№	Наименование загрязнения	ПДК в рыбохозяйственных водных объектах	Концентрация в талом стоке, мг/л		
			автомагистрали	селитебной застройки	рекреации
1	2	3	4	5	6
1	Медь	0,001	0,009	0,00074	0,0027
2	Свинец	0,006	0,0018	н/о	0,0014
3	Цинк	0,01	0,018	н/о	0,014
4	Марганец	0,01	0,072	0,037	0,041
5	Алюминий	0,50	0,48	0,10	0,24
6	Железо	0,05-0,10	1,13	0,74	2,54
7	Стронций	0,40	0,11	0,074	0,054
8	Хром	0,50	0,0054	н/о	0,0028
9	Кадмий	0,001	н/о	н/о	н/о
10	Кобальт	0,01	0,00036	н/о	н/о
11	Азот аммонийный	0,50-1,00	0,160	0,67	0,08
12	Нитриты	0,09-1,50	0,17	0,006	0,035
13	Нитраты	40,00	2,80	6,90	5,50
14	ХПК	30,00	43,20	90,00	38,40
15	Нефтепродукты	0,01	0,40	н/о	н/о
16	Фенол	0,001	н/о	0,0051	0,0025
17	рН	6,5-8,5	7,2	7,1	6,6
18	ПАВ	0,50	0,40	0,62	0,55
19	Хлориды	0,04-0,16	0,25	0,19	0,09

Примечание: жирным шрифтом выделены показатели с превышением ПДК к сбросу вод в рыбохозяйственные водоемы.

приняты 4 ступени очистных сооружений (рис. 1).

Первая ступень очистки – грубая (механическая) очистка. Применяются двухступенчатые решетки ручной очистки с прозорами 16 и 10 мм, конструктивно дополненные опилочными фильтрами. Использование этих решеток позволяет снизить содержание загрязняющих веществ по: 1) по взвешенным веществам – за счет трехступенчатой фильтрации и осаждения на решетках и фильтре; 2) по нефтепродуктам – за счет фильтрования на фильтре; 3) по БПК и ХПК – за счет улавливания крупных органических включений, а также частичного улавливания на фильтре эмульгированных (водонерастворимых) органических соединений. Здесь же следует учесть и ее работу в качестве жироловки; 4) по аммонийному азоту и фосфатам – также за счет улавливания крупных органических включений.

По хлоридам (а также иным химическим веществам, находящимся в состоянии истинного раствора) и ПАВ изменений на этой стадии не происходит.

Вторая ступень очистки (окисление и осаждение). Эта ступень очистки при оптимальной скорости движения сточных вод и оптимальной интенсивности воздуха способна обеспечить степень очистки по БПК, ХПК, аммонийному азоту, фосфатам, ПАВ до 99–99,5 %. На этой стадии очистки протекают: 1) химические (окислительно-восстано-

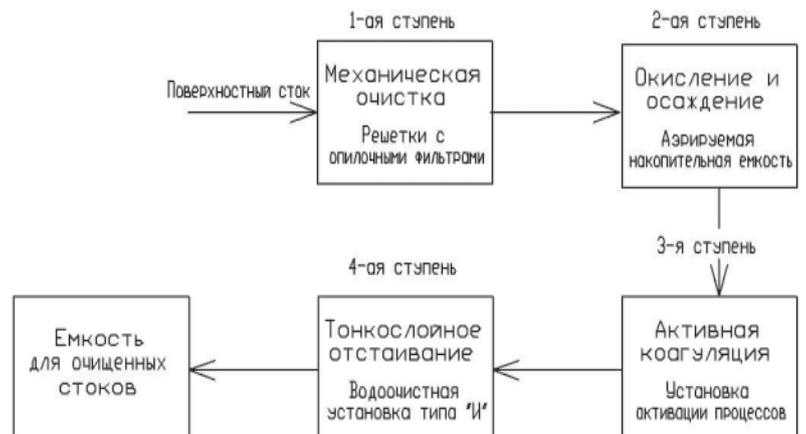
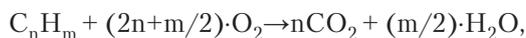
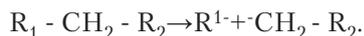


Рис. 1. Принципиальная схема очистки поверхностного стока.

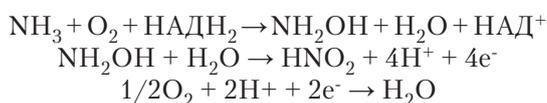
вительные) процессы; 2) биохимические (анаэробное сбраживание, микробиологическое окисление, денитрификация, сульфатредукция); 3) физико-химические процессы (коагуляция, седиментация, сорбция и др.). Окисление органических соединений протекает за счет непосредственных реакций с растворенным кислородом:



а также за счет жизнедеятельности аэробных бактерий, которые в процессе метаболизма расщепляют органические соединения (трофические цепи или питание) [3]:

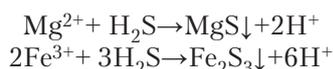


Аммиак выводится, разлагаясь под воздействием различных внешних факторов и окисляясь автотрофными бактериями до нитрит- и далее нитрат-анионов [3]:

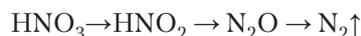


Реакции анаэробного сбраживания. Анаэробные зоны находятся в придонных областях емкости, поэтому небольшое количество метана, поднимаясь к поверхности и проходя аэробные зоны, окисляется как непосредственно кислородом, так и аэробными бактериями.

Сероводород, реагируя с присутствующими ионами металлов (Mg, Fe т.д.) образует нерастворимые соединения – сульфиды [3]:



Денитрификация, вызываемая денитрифицирующими бактериями, протекает с образованием нитритов и закиси азота [3]:

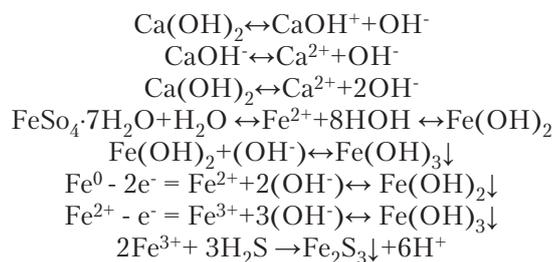


Третья ступень очистки (активная коагуляция). Из накопительной емкости погружными насосами сточная вода поступает в реакторы УАП (установка активации процессов) [4], при этом перед УАП произведена врезка реagentопровода с гипохлоритом кальция ($Ca(OCl)_2$) в качестве коагулянта. Особенности конструкции УАП predetermined особые способы воздействия на обрабатываемые вещества, такие как магнестрикции, акустические и кавитационные [4]. В результате многофакторного воздействия на компоненты происходит значительное уско-

Ключевые слова:
поверхностный сток,
опилочный фильтр,
установка активации
процессов,
водоочистная
установка типа
«И», перлитовый
песок

рение физико-химических процессов на следующей стадии очистки.

Кроме того, в УАП происходит постоянное истирание рабочих тел, т.е. в сточную воду поступает дополнительно некоторое количество элементарного железа – Fe [4]:



Четвертая ступень (тонкослойное отстаивание). Водоочистная установка типа «И» (рис. 2) позволяет существенно уменьшить состав технологического оборудования, а также объединить два вида технологических

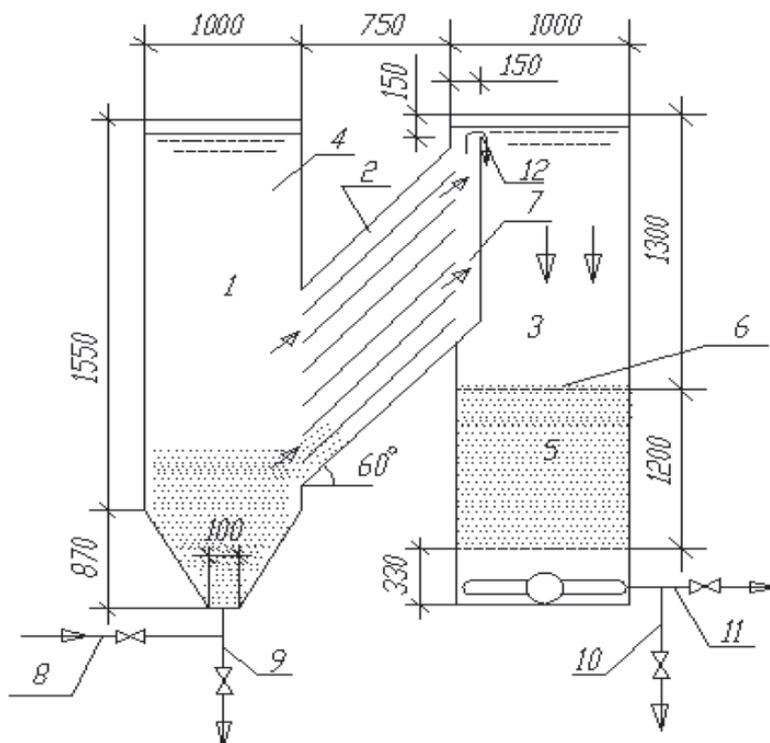


Рис. 2. Водоочистная установка типа «И».

- 1 – контактная камера,
- 2 – тонкослойный отстойник,
- 3 – скорый фильтр,
- 4 – корпус,
- 5 – загрузка (перлитовый песок),
- 6 – удерживающая решетка,
- 7 – карман фильтра,
- 8 – подача сточных вод на очистку,
- 9 – отвод осадка из контактной камеры,
- 10 – отвод очищенных сточных вод,
- 11 – трубопровод промывки скорого фильтра,
- 12 – водослив.

Таблица 2

Зависимость коэффициента сгущения осадка от угла наклона полок в отстойнике

Углы наклона полок, град.	Скорости на полках, м/с	Показатель эффективности, К	Коэффициент сгущения осадка, b
30	0,001	1,45	2,45
35	0,001	1,80	2,80
40	0,001	2,00	3,00
50	0,001	2,00	3,00
60	0,001	2,00	3,00
65	0,001	2,00	3,00

операций – отстаивание и фильтрование. Данная установка разработана одним из авторов данной статьи и находится в стадии оформления патента.

Отделение твердой фазы поверхностных стоков в тонкослойных модулях [5]

Уравнение общего материального баланса:

$$Q_1 C_1 - Q_0 C_0 - q_{oc} C_{oc} = dG/dt \quad (1)$$

Q_1 – объемный расход стоков; Q_0 – то же очищенной воды; q_{oc} – объемный расход осадка, сбрасываемого в водоотводящую сеть; C_1 – концентрация твердой фазы в поступающих стоках; C_0 – то же в очищенной воде; C_{oc} – концентрация твердой фазы в осадке; G – общее изменение массы.

В условиях установившегося движения:

$$dG/dt = 0$$

Уравнение (1) принимает вид:

$$Q_1 C_1 = Q_0 C_0 + q_{oc} C_{oc} \quad (2)$$

Из условия неразрывного потока:

$$Q_1 = Q_0 + q_{oc} \quad (3)$$

Подставим (3) в уравнение (2):

$$(Q_0 + q_{oc}) \cdot C_1 = Q_0 C_0 + q_{oc} C_{oc} \quad (4)$$

Разделим (4) на q_{oc} :

$$(Q_0/q_{oc} + 1) \cdot C_1 = Q_0/q_{oc} + C_{oc} \quad (5)$$

Обозначим $K = Q_0/q_{oc}$; K – показатель эффективности, тогда уравнение (5) принимает вид: $K C_1 + C_1 = K C_0 + C_{oc}$, при условии, что:

$$C_0 \ll C_1 \quad K = (C_{oc} - C_1)/(C_1 - C_0) = (C_{oc}/C_1 - 1)/(1 - C_0/C_1) = C_{oc}/C_1 - 1 \quad (6)$$

Обозначим $C_{oc}/C_1 = b$; b – коэффициент сгущения осадка, тогда уравнение (6) принимает вид: $K = b - 1$

Результаты опытов по отделению твердой фазы в тонкослойных отстойниках приведены в *табл. 2*.

В качестве фильтрующей загрузки в данной водоочистной установке мы приняли перлитовый песок, так как именно он позволяет значительно снизить концентрации нефтеп-





родуктов в обрабатываемой воде. Перлит эффективно используется в качестве адсорбента при разливе нефти или мазута. При этом нефтепродукты легко выгорают из впитавшего их перлита в процессе термической регенерации фильтрующей загрузки [6]. Высокие сорбентные свойства перлита необходимы при ликвидации аварийных разливов нефти, нефтепродуктов и других жидких углеводородов не только на воде, но и на почве, твердых покрытиях [6].

Заключение

Данная технологическая схема внедрена в эксплуатацию в г. Ростов-на-Дону для очистки поверхностных сточных вод с территории торгового комплекса «ОКЕЙ» и работает достаточно эффективно. Очищенные сточные воды соответствуют требованиям сброса их в рыбохозяйственный водоем. Но поскольку сбрасывать очищенный поверхностный сток в р. Дон нерационально из-за

далекого месторасположения торгового комплекса от реки, то очищенная вода хранится в резервуаре-накопителе, а сотрудники предприятия используют эту воду для мойки асфальтовых покрытий на территории торгового комплекса.

Литература

1. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов, С. 1–17.
2. Приказ Госкомрыболовства РФ от 28.04.99 г. № 96 «Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение», С. 9–351.
3. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами, третье издание. С-Пб.: «Кристалл», 2004. С. 98-115
4. Пат.50876 РФ / Вершинин Н.П., Вершинин И.Н. Установка активации процессов Заявлено 26.10.2005. Опубликовано 27.07.2006. Бюл. № 2005132970. Приоритет 26.10.2010.
5. Алешин В.С. Применение математических методов при исследовании систем водоснабжения и канализации / В.С. Алешин, В.В. Башкова. Ростов-на-Дону: Ростовский инженерно-строительный институт, 1977. С. 1-14
6. Демина Л.А. Как отмыть «Черное золото»: о ликвидации нефтяных загрязнений // Энергия. 2000. № 10. С. 19



L.G. Akin, V.S. Aleshin

CHEMICAL TRANSFORMATIONS IN PURIFICATION OF SURFACE WATERS OF SHOPPING CENTER IN ROSTOV-ON-DON

The work is based on analysis of waste water purification of shopping center "OKEY". The composition of water flow depending on anthropogenic load has been presented. The whole technologic scheme of water purification applied in the center is described. Chemical transformations in water purification at every purification stage are presented.

Key words: surfacewater, activation process, water treatment plant, perlite sand