

ЗАГРЯЗНЕНИЕ промышленных сточных вод ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ на урбанизированной территории

Приводится описание очистных сооружений г Рубцовска Алтайского края. Проведен анализ данных по содержанию тяжелых металлов на очистных сооружениях и исследован их генезис.

Введение

Одна из основных задач водоохранной деятельности – не допустить ухудшение состояния водного бассейна, а также восстановить и разумно эксплуатировать загрязненные водоемы. В общем виде водоотведение сточных вод (СВ) проводится по следующей схеме: СВ поступают в канализационную сеть, откуда направляются непосредственно в водный объект или на станцию очистки СВ, а после нее в водный объект.

Очистные сооружения канализации г. Рубцовска предназначены для очистки хозяйственно-бытовых СВ, принимаемых от населения и от промышленных предприятий, перед их сбросом в водоем. Очистные сооружения канализации с биологической очисткой расположены ниже города на р. Алей. Проектная мощность сооружений составляет 79000 м³/сут. (0,29 км³/год).

Результаты и их обсуждение

Сточные воды системой коллекторов и насосных станций подаются на очистные сооружения канализации, включающие в себя следующие ступени: механическую очистку, очистку и доочистку в биопруду с естественной аэрацией.

В состав сооружений входят:

- приемная камера;
- решетки;
- горизонтальные песколовки d=6 м (4 шт);
- преаэратор;
- первичные радиальные отстойники d=24 м (2 шт), d=30 м (2 шт);
- аэротенки двухкоридорные (4шт);

М.Э. Бутовский,

профессор кафедры «Наземные транспортные системы» технического факультета, кандидат химических наук, доцент, Рубцовский индустриальный институт

Т.С. Папина,

начальник химико-аналитического центра, доктор химических наук, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул



- вторичные радиальные отстойники d=24 м (2 шт) d=30 м (2 шт);
- метантенки d=15 м (2 шт);
- хлораторная;
- иловые карты;
- насосная станция очищенных стоков (1 шт);
- насосная станция активного ила (1 шт);
- насосная станция избыточного ила (1 шт);
- воздуходувки (5 шт);
- биопруд с естественной аэрацией (озеро Горькое).

Комплекс механической очистки заканчивается первичными отстойниками, предназначенными для выделения из воды загрязнений, находящихся во взвешенном состоянии. Процесс отстаивания рассчитан на 1,5 ч. Технологический контроль работы первичных отстойников включает оценку качества и количества задержанного осадка. Качество осадка оценивается влажностью и зольностью.

Осветленная вода поступает в сооружения биологической очистки (аэротенки). Окисление органических загрязняющих веществ СВ осуществляется биологическим

* Адрес для корреспонденции: papina@iwep.asu.ru



путем с участием простейших микроорганизмов. Помимо органических веществ переработке подвергаются некоторые неокисленные неорганические соединения, такие как сероводород, аммиак, нитраты. Избыточный ил направляется в илоуплотнитель.

СВ после вторичных отстойников хлорируются и направляются в биологический пруд с последующим отводом в р. Алей. Осадок обрабатывается в метантенках (мезофильный режим) и подсушивается на иловых площадках. Доочистка СВ происходит в биопруде. В летний период времени проходит накопление стоков в озере, а также протекает процесс доочистки. Сброс очищенных СВ в р. Алей производится в осенне-зимний период, с декабря по март.

В приемную камеру сооружений (1) поступают хозяйственно-бытовые стоки и стоки промышленных предприятий. На решетках с ручным удалением отбросов производится очистка стоков от крупных загрязнений. Задержанные загрязнения накапливаются в бункерах и по мере накопления вывозятся в отвал.

В песколовках (2) с круговым движением воды задерживается песок и прочие твердые минеральные включения размером до 0,25 мм. Под действием гидростатического давления осадок удаляется на песковые площадки, и по мере накопления и высушивания используется для благоустройства площадки. В преаэраторе (3) производится предварительная аэрация СВ атмосферным воздухом с целью повышения эффекта осаждения взвешенных веществ в первичных отстойниках. Повышению эффекта осветления способствует также подаваемый в преаэратор избыточный ил. В первичных отстойниках (4) производится осаждение мелких фракций (менее 0,25 мм) минеральных загрязнений, а также удаление крупных органических полимеров, коллоидов, плавающих веществ. Осадок удаляется в метантенки (7), где происходит его сбраживание совместно с избыточным илом, поступающим из резерву-

Ключевые слова:

тяжелые металлы,
канализационные
очистные
сооружения,
бензин,
дизельное топливо

ара активного ила [1]. Сброженный осадок удаляется на иловые площадки, где высушивается и удаляется в отвал. Полученный в результате сбраживания газ выбрасывается в атмосферу. Осветленный в первичных отстойниках сток поступает в аэротенки, где под воздействием подаваемого в аэротенки активного ила в присутствии нагнетаемого через аэрационную систему атмосферного воздуха происходит биологическая очистка СВ от растворенных органических и минеральных загрязнений путем изменения их химического состава, адсорбции, а также окисления и перевода отдельных видов загрязнений в более безопасные для окружающей среды формы. Иловая смесь поступает во вторичные отстойники (6), где происходит отделение ила от очищенной СВ. Осаждаемый ил собирается в резервуаре активного ила и возвращается в аэротенки (5), а очищенный сток поступает в резервуар насосной станции и выкачивается в биопруд. Хлорирование стоков производится в напорном коллекторе, подающем очищенную СВ в биопруд. В качестве биопруда используется естественный водоем – озеро Горькое, где в естественных природных условиях происходит дополнительная биологическая очистка СВ. Сброс производится в холодное время года с октября по май месяц.

Проектная и фактическая степени очистки СВ по показателям загрязняющих веществ приведены в *табл. 1*

Таблица 1

Проектная и фактическая степени очистки сточных вод на канализационно-очистных сооружениях (КОС) г. Рубцовска

Наименование ингредиентов	Степень очистки, %	
	До КОС	После КОС
СПАВ	80	–
Взвешенные вещества	95	94
Аммиак	95	98
БПК ₂₀	92,5	–
Железо	80	72
Азот	95	–
Хлориды	12	72
Фосфаты	90	96
АПАВ	–	99
Нефтепродукты	–	91
Фенолы	–	96
БПК ₅	–	100
Медь	–	68
Сульфаты	–	30

Таблица 2

Концентрация тяжелых металлов в СВ г. Рубцовска

Дата (месяц/ год)	До очистки, мг/л					После очистки, мг/л				
	Fe _{общ}	Zn ⁺²	Cr ⁺⁶	Cu ⁺²	Pb ⁺²	Fe _{общ}	Zn ⁺²	Cr ⁺⁶	Cu ⁺²	Pb ⁺²
II/1974	0,08	<0,05	<0,01	0,002	0,004	0,05	<0,05	<0,01	0,006	0,003
IV/1974	0,13	<0,05	0,006	0,007	0,005	0,07	<0,05	0,006	0,006	0,005
V/1974	0,1	<0,05	0,0003	0,008	0,005	0,02	<0,05	0,003	0,006	0,004
V/1981	2,29	–	<0,01	0,4	0,8	0,79	–	<0,01	0,23	0,53
IV/1992	2,42	–	<0,01	0,05	0,16	1,07	–	<0,01	0,03	0,07
V/1992	2,3	<0,05	<0,01	<0,002	–	0,85	<0,05	<0,01	<0,002	–
IV/2005	1,86	0,02	<0,01	0,008	–	0,3	<0,05	<0,01	0,0034	–
IV/2009	0,91	<0,05	<0,01	0,0085	–	0,23	<0,05	<0,01	0,0038	–
IV/2010	1,97	<0,05	<0,01	0,01	–	0,27	<0,05	<0,01	0,0045	–

Таблица 3

Допустимое содержание свинца в различных марках бензина, используемого на территории России

Показатель	ТУ 38.401.58-56		ГОСТ 2084-77			ТУ 38.001-165-87				ТУ 38.101.1225-89	ТУ 38.101.1279-89
	А-72 (эт)	АИ-93 (эт)	А-72	А-76 (эт)	АИ-95	А-80	А-80 (эт)	А-92	А-92 (эт)	АИ-91	АИ-95 «Экстра»
Свинец, г/л, не более	0,17	0,37	0,013	0,17	0,013	0,013	0,15	0,013	0,015	0,013	Не содержит

В табл. 2 приведены данные аналитического контроля (1974-2010 гг.) по содержанию катионов тяжелых металлов в СВ города.

Как видно из табл. 2, за последние 35 лет проводились анализы СВ на содержание Fe_{общ}, Zn⁺², Cr⁺⁶, Cu⁺², Pb⁺². При этом после канализационных очистных сооружений происходило уменьшение концентрации катионов металлов, по-видимому, за счет

накапливания их на иловых площадках с избыточным активным илом [2, 3].

Причину появления тяжелых металлов в городских стоках можно объяснить следующим образом: наличие Fe_{общ} связано, во-первых, с коррозией трубопроводов, а во-вторых, с природными условиями (на юге Алтайского края, в Рубцовском районе имеются залежи месторождений полиметалли-





Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в дизельных топливах [4]

V	Ni	Fe	Cu	Pb	Al	Mo
<0,5	<0,3	0,35	<0,07	<0,3	<0,7	<0,3
<0,5	<0,3	0,35	<0,07	0,2	<0,7	<0,3
<0,5	<0,3	0,55	0,07	0,2	<0,7	<0,3
<0,5	<0,3	0,35	0,07	0,2	<0,7	<0,3
<0,5	<0,3	0,35	<0,07	0,3	<0,7	<0,3
<0,5	<0,3	0,4	<0,07	0,3	<0,7	<0,3
<0,5	<0,3	0,4	0,06	0,2	<0,7	<0,3
<0,3	1,3	0,45	<0,07	0,3	<0,7	<0,3
<0,5	<0,1	0,3	0,06	0,35	<0,7	<0,3
<0,5	<0,1	0,3	0,06	1,0	<0,7	<0,3
<0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,6	<0,7	<0,3

ческих руд, ведется их добыча и обогащение), чем и объясняется наличие в стоках катионов Zn^{+2} , Cu^{+2} , Pb^{+2} .

Наличие вышеуказанных катионов металлов в СВ вызвано не только природными условиями, но и поступлением их с частью поверхностного стока, куда они попадают, в свою очередь, например, за счет разложения присадок в топливах, поступления продуктов сгорания топлив в атмосферу, на поверхность почв, а затем в стоки на канализационных очистных сооружениях.

Следует также представлять, что в топливах (бензины, дизтопливо) содержатся тяжелые

металлы; так, наличие свинца в бензинах обусловлено содержанием тетраэтилсвинца (триметилсвинца), добавляемых во время изготовления этилированных сортов бензинов [4, 5].

Допустимые содержания свинца в автомобильных бензинах, используемых на территории России, приведены в *табл. 3*, а данные о наличии тяжелых металлов в дизельном топливе в *табл. 4*.

Кроме того, возможен «проскок» тяжелых металлов из-за недостаточно эффективной работы станций нейтрализации на предприятиях, производящих гальванические покрытия

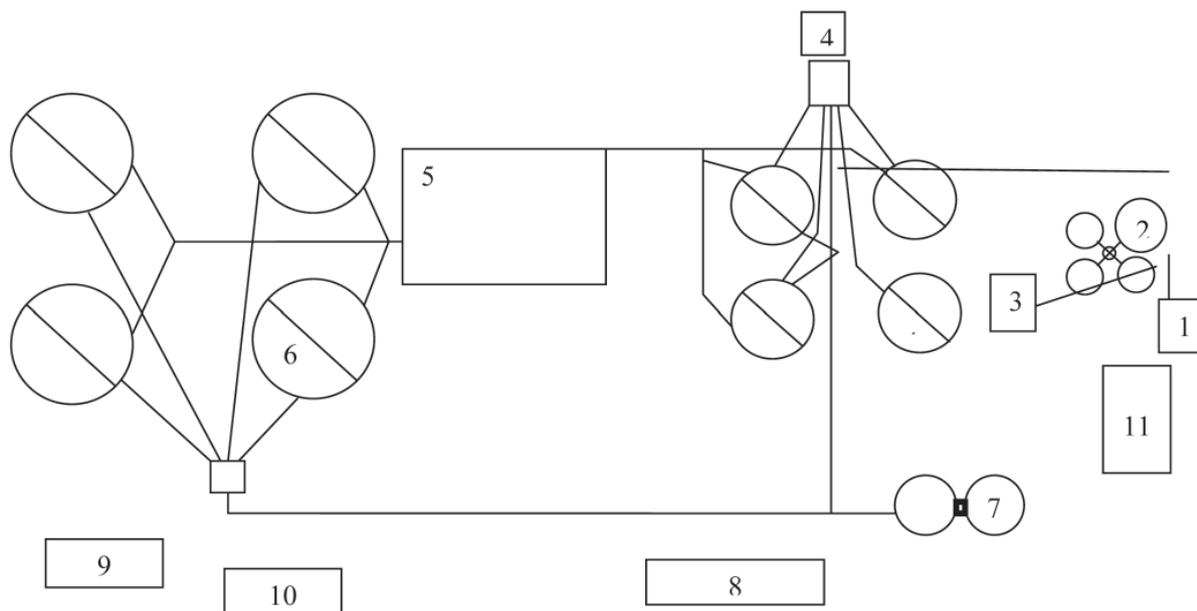


Рис. 1. Схема канализационно-очистных сооружений г. Рубцовска.

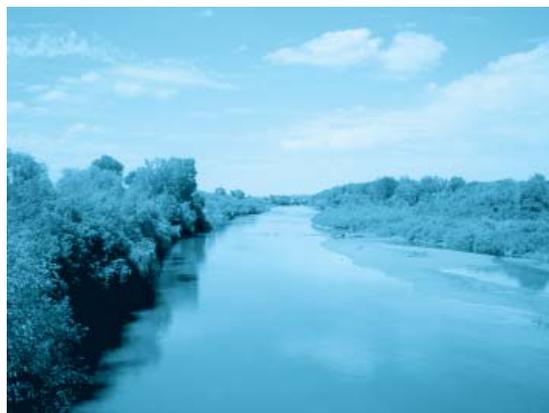
1. Приемная камера.
2. Песколовки.
3. Преаэратор.
4. Первичные отстойники.
5. Аэротенки.
6. Вторичные отстойники.
7. Метантенки.
8. Котельная.
9. Хлораторная.
10. Насосная станция очищенных стоков.
11. Здание административно-бытового корпуса.

тия (оцинкование, хромирование, никелирование и др.). Тяжелые металлы также поступают сначала в атмосферу, а затем на поверхность почв в результате сжигания большого количества угля на ТЭС. В дальнейшем они смываются поверхностным стоком в канализационные сооружения и попадают на КОС [6].

Наибольший вклад тяжелых металлов приносят техногенные выбросы: автотранспорта (в городе более 50000 автомобилей на 160000 населения), далее идут выбросы теплоэнергетики (в городе 2 ТЭС и более 120 котелен). Дополнительным источником поступления тяжелых металлов в окружающую среду прилегающих к городу территорий являются также полиметаллические рудопроявления. В этой части Алтайского региона расположен полиметаллический рудный Алтайский пояс, в пределах которого можно выделить 3 рудных района: Рубцовский, Змеиногорский, Золотушинский и несколько работающих обогатительных фабрик и рудников (Потеряевский, Таловский, Карболихиский, Змеиногорский).

Заключение

Постоянно повышенные содержания меди и свинца в СВ, поступающих после их хлорирования с очистных сооружений канализации г. Рубцовска в биологический пруд с последующим отводом в р. Алей, в первую очередь определяются техногенными выбросами (сжигание угля на ТЭС и котельных, автотранспорт). Дополнительным источником поступления тяжелых металлов в окружающую среду прилегающих к городу территорий являются полиметаллические рудопроявления.



Литература

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, 2003. С. 276-292
2. Янин Е.П. Источники и пути поступления тяжелых металлов в реки. М.: ИМГРЭ, 2004. 40 с.
3. Янин Е.П. Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города. М.:ИМГРЭ, 2003. 89 с.
4. Анисимов И.Г. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник /И.Г.Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов и др. Под ред. В.М.Школьникова. М.: Изд. центр «Техинформ», 1999. 596 с.
5. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы / Учеб. пособие для среднего профобразования. М.: Изд. Центр «Академия», 2003. 32 с.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 648 с.



M.E. Butovskiy, T.S. Papina

HEAVY-METAL CONTAMINATION OF WASTEWATERS IN URBAN AREAS

The article describes the treatment facilities of the city of Rubtsovsk, Altai Territory. Data on heavy metals

as well as on their genesis in wastewater treatment plants have been analyzed.

Key words: heavy metals, sewage treatment plants, petrol, diesel