Научная статья

УДК 628.3

EDN MCBFBF

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0635-4-136-143>

**Анализ эффективности работы
очистных сооружений канализации г. Благовещенска**

Татьяна Геннадьевна Молчанова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, t.a.n.e@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ работы приемной камеры гашения потока, песколовок, первичных отстойников, аэротенков. Проанализирована эффективность работы первичных отстойников. Рассчитано количество сырого осадка, который нужно удалить из первичных отстойников.

Ключевые слова: очистные сооружения, аэротенки, первичные отстойники, сточные воды, приемная камера, песколовки, илоуплотнители, цех механического обезвоживания

Для цитирования: Молчанова Т. Г. Анализ эффективности работы очистных сооружений канализации г. Благовещенска // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 136–143.

Original article

**Analysis of the efficiency
of sewage treatment plants in Blagoveshchensk**

Tatyana G. Molchanova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
t.a.n.e@mail.ru

Abstract. The analysis of the operation of the receiving flow damping chamber, sand traps, primary settling tanks, and aeration tanks was carried out. The efficiency of the primary settling tanks is analyzed. The amount of raw sludge to be removed from the primary sedimentation tanks has been calculated.

Keywords: sewage treatment plants, aeration tanks, primary settling tanks, wastewater, receiving chamber, sand traps, silt compactors, mechanical dewatering workshop

For citation: Molchanova T. G. Analysis of the efficiency of sewage treatment

plants in Blagoveshchensk. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 136–143), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Амурская область расположена в юго-восточной части Российской Федерации, ее площадь составляет 361,9 тыс. км², численность населения примерно 817 тыс. человек. Количество жителей, проживающих на территории, подверженной негативному воздействию вод, составляет 208 тыс. чел. в 303 населенных пунктах [1]. Общий объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты в 2022 г. достигал 74,53 млн. м³, из них загрязненной – 62,76 млн. м³, нормативно очищенной – 11,66 млн. м³. Очистные сооружения канализации полной биологической очистки г. Благовещенска проектной производительностью 60 тыс. м³/сут эксплуатируются с 1987 г. [2].

Приемная камера необходима для гашения потока. В нее подводится четыре напорных трубопровода от главных насосных станций. Железобетон в приемной камере на границе раздела «вода – воздух» частично разрушен до арматуры; направляющие из уголка для аварийного шибера частично разрушены, особенно на границе раздела «вода – воздух».

Коллектор диаметром 1 000 мм от приемной камеры до распределительной чаши песколовок в 2006 г. ремонтировался, так как низ трубопровода был протерт с 12 до 2–3 мм и имелись отверстия в нижней части коллектора. Трубопровод перевернули на 180 градусов и на отверстия были наложены заплаты общей длиной 2 метра.

Песколовки предназначены для задержания крупных загрязняющих веществ из сточных вод преимущественно неорганического происхождения (главным образом песка размером 0,25 мм и более), что необходимо для обеспечения нормальной работы насосных станций и сооружений обработки осадка.

Железобетонное покрытие лотков и стен частично разрушено до арма-

туры; стены и лотки имеют выбоины, что мешает сползанию песка в осадочную часть. Направляющие из уголка для шиберов частично разрушены, через них сочится вода, поэтому нет возможности при необходимости перекрыть одну из песколовок. Для ремонта или прочистки пескопровода приходится всю сточную воду пропускать по аварийному трубопроводу. При снятии обваловки из песколовок визуальнo наблюдаются сквозные утечки: бетон мокрый и слегка сочится вода.

Эффективность работы песколовок определяется количеством задержанного песка, а также содержанием в песке частиц фракциями 0,25 мм и более; зольностью песка; наличием песка в осадке первичных отстойников.

Влажность задержанного песка составляет 60–62 %, зольность – 80 %. Превышение скорости движения воды уровня 0,3 м/сек в песколовках в период летних дождей и снеготаяния не дает возможности задерживать весь песок и он выносится в первичные отстойники. Отсутствие решеток перед песколовками отрицательно сказывается на их работе: наблюдается частое забивание трубопроводов удаления песка крупным мусором и тряпками. Для прочисток приходится сточную воду пускать по обводному трубопроводу. Так как к песколовкам нет возможности подъезда техники для откачки, их приходится опорожнять с помощью погружного насоса, а затем вручную лопатами и ведрами очищать от накопившегося песка.

Первичные отстойники предназначены для уменьшения концентрации нерастворимых загрязняющих веществ в сточных водах (взвешенные вещества). Для предотвращения попадания плавающих веществ в последующие сооружения по периметру отстойника перед водосливом установлена полупогружная доска, выполненная из шиферных листов. Очищенная таким образом сточная вода после первичных отстойников называется осветленной.

Сборные железобетонные лотки в местах соединения имеют течи. Днище отстойника имеет трещины и сколы. Металлические конструкции илоскребов,

крепление полупогружных щитов имеют коррозию, особенно на границе «воздух – вода». На илоскребах требуется замена резины.

Отсутствие решеток в начале сооружений затрудняет работу первичных отстойников. Тряпки и крупный мусор собираются в «косы», часть которых собирается на растяхках илоскребов, затем падает на дно и как пробка забивает всасывающие трубопроводы, тем самым нарушая технологический режим удаления осадка; или набивается между скребками вместе с сырым осадком и не сталкивается в приямок, загнивает, тем самым увеличивая влажность удаляемого осадка на обезвоживания. Осадок при этом подкисляется и на обезвоживание в цех требуется больше реагентов. Те тряпки, которые попадают всплывшими веществами в жировые колодцы, приходится убирать вручную, но часть попадает в насосы, забивая их и снижая производительность, тем самым не рационально используется мощность насосов.

Эффективность очистки первичных отстойников (табл.1), несмотря на уменьшения гидравлической нагрузки, снизилась из-за отсутствия решеток в начале очистных сооружений. Влажность удаляемого сырого осадка составляет 92,5–94,7 %.

Таблица 1 – Эффективность работы первичных отстойников

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Средний часовой расход сточных вод, м ³	2 675	2 850	2 590	2 450	2 380
<i>Взвешенные вещества</i>					
До первичных отстойников, мг/л	151	237	251	260	245
После первичных отстойников, мг/л	88	135	152	144	168
Эффект очистки, %	41,7	43,0	39,4	44,6	31,4
<i>БПК₅</i>					
До первичных отстойников, мг/л	296	273	335	330	297
После первичных отстойников, мг/л	196	186	235	229	235
Эффект очистки, %	27,1	31,9	29,9	30,6	20,8

Для определения эффективности работы первичных отстойников необходимо рассчитать количество сырого осадка, который нужно удалить. Имеем следующие данные:

58 040 м³/сут. – среднесуточный расход сточных вод;

253 мг/л – содержание взвешенных веществ перед первичными отстойниками;

156 мг/л – содержание взвешенных веществ в осветленной воде;

94,4 % – влажность сырого осадка;

1,1 – коэффициент, учитывающий увеличение объема осадка;

1 – плотность осадка.

Тогда количество сырого осадка по сухому веществу составит:

$$(253 - 156) \cdot 1,1 \cdot 58040 / 10^6 = 6,2 \text{ т/сут.}$$

Объем сырого осадка равен:

$$6,2 \cdot \frac{100}{1 \cdot (100 - 94,4)} = 111 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Аэротенки обеспечивают биологическую очистку сточных от загрязняющих веществ в основном органического происхождения, находящихся во взвешенном, коллоидном и растворенном состояниях. В аэротенках аэрационная система забита. Подающие и сборные лотки местами разрушены до арматуры. Частично разрушен торкретный слой на стенах аэротенков, особенно на границе «воздух – вода».

Чтобы обеспечить нормативные концентрации загрязнений в очищенной сточной воде (ПДК), необходимо в аэротенках создать условия для полной биологической очистки с нитрификацией азота (табл. 2).

Для полной биологической очистки с нитрификацией азота аммонийных солей удельный расход воздуха определяется по формуле (1), а для полной биологической очистки – по формуле (2):

$$q_{air} = \frac{q_0 \cdot (L_{en} - L_{ex}) + (L_{en}^{ЭКВ} - L_{ex}^{ЭКВ})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_T \cdot (C_a - C_o)}, \quad (1)$$

$$q_{air}^1 = \frac{q_0 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_T \cdot (C_a - C_o)} \quad (2)$$

где q_0 – удельный расход кислорода воздуха (при полной биологической очистке принимается равным 1,1);

L_{en} – биологическое потребление кислорода (полное) сточной жидкости, поступающей в аэротенк;

L_{ex} – биологическое потребление кислорода (полное) очищенной воды;

$(L_{en}^{ЭКВ} - L_{ex}^{ЭКВ})$ – количество кислорода, необходимое для окисления азота;

K_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора (равен 1,49);

K_2 – коэффициент, зависящий от глубины аэратора (равен 2,72);

K_3 – коэффициент качества воды (равен 0,595);

K_T – коэффициент, учитывающий температуру сточной воды (равен 1,06);

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде;

C_o – средняя концентрация кислорода в аэротенке.

Таблица 2 – Эффективность работы аэротенков (2016 г.)

Показатели	q_{max}^{cp} , м ³ /ч	L_{en} , мг/л	L_{ex} , мг/л	$C_{NH_4}^{en}$, мг/л	$C_{NH_4}^{ex}$, мг/л	C_o , мг/л	q_{air} , м ³ /м ³	Q_{air} , м ³ /ч
Требуется на полную биологическую очистку с нитрификацией	2 600	315	23,5	47,86	0,5	2	20,4	52 988
Требуется на полную биологическую очистку без нитрификации	2 600	315	23,5	–	–	2	15,0	39 029
Фактический расчет потребления воздуха биологической очистки с нитрификацией	1 250	315	15,5	47,86	5,28	2	19,6	19 612
Фактический расчет потребления воздуха биологической очистки без нитрификации	1 250	315	15,5	–	–	2	15,0	15 011
Пропускная способность аэротенков на имеющиеся мощности воздуходувок для полной биологической очистки с нитрификацией	930	315	23,5	47,86	0,5	2	20,4	19 000
Пропускная способность аэротенков на имеющиеся мощности воздуходувок для полной биологической очистки без нитрификации	1 270	315	23,5	–	–	2	15,0	19 000
Примечания: $C_{NH_4}^{en}$ – азот аммонийный сточной жидкости, поступающей в аэротенк; $C_{NH_4}^{ex}$ – азот аммонийный в очищенной сточной жидкости.								

Требуемый расход воздуха (Q_{air}) на аэротенки рассчитывается на средне-
часовой расход в часы максимального притока (q_{max}^{cp}):

$$Q_{air} = q_{max}^{cp} \cdot q_{air} \quad (3)$$

Имеющиеся мощности воздуходувной станции включают: три воздухо-
дувки ТВ80-1,6 производительностью 6 000 м³/ч и одна ТВ175-1,6 производи-
тельностью 10 000 м³/ч (при этом одна из воздуходувок резервная).

Общая производительность составляет 22 000 м³/ч. Из данной производи-
тельности вычитаем 3 000 м³/ч на эрлифты, контактный резервуар и жировые
колодцы. Таким образом, на аэротенки подается воздуха не более 19 тыс. м³/ч.

Список источников

1. Молчанова Т. Г., Шелковкина Н. С., Гребенщикова Е. А. Мониторинг
и оценка прохождения половодья и паводков в Амурской области // Эколого-
биологическое благополучие растительного и животного мира : материалы
международ. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государствен-
ный аграрный университет, 2022. С. 54–55.

2. Молчанова Т. Г. Существующее состояние очистных сооружений ка-
нализации г. Благовещенска // Агропромышленный комплекс: проблемы и
перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск :
Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. С. 376–380.

References

1. Molchanova T. G., Shelkovkina N. S., Grebenschikova E. A. Monitoring
and assessment of the passage of high water and floods in the Amur region. Pro-
ceedings from Ecological and biological well-being of flora and fauna: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* (PP. 54–55), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022 (in Russ.).

2. Molchanova T. G. The existing condition of sewage treatment plants in Blagoveshchensk. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* (PP. 376–380), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2023 (in Russ.).

© Молчанова Т. Г., 2024

Статья поступила в редакцию 26.03.2024; одобрена после рецензирования 12.04.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 26.03.2024; approved after reviewing 12.04.2024; accepted for publication 07.06.2024.