

Научная статья

УДК 628.3

EDN QKHHWB

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0600-2-88-93>

**Мероприятия по улучшению работы сооружений биологической
очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации
г. Благовещенска Амурской области**

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

Аннотация. Исследовано существующее состояние сооружений биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации г. Благовещенска Амурской области. Предложены мероприятия по улучшению биологической очистки сточных вод на соответствующих сооружениях.

Ключевые слова: очистные сооружения, аэротенки, активный ил, регенерация, аэраторы, бактерии

Для цитирования: Молчанова Т. Г. Мероприятия по улучшению работы сооружений биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации г. Благовещенска Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 88–93.

Original article

**Measures to improve the operation of biological wastewater treatment
facilities at sewage treatment plants in Blagoveshchensk, Amur region**

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 existing condition of biological wastewater treatment facilities at sewage treatment plants in Blagoveshchensk, Amur region, has been investigated. Measures have been proposed to improve biological wastewater treatment at appropriate facilities.

Keywords: sewage treatment plants, aerotanks, activated sludge, regeneration, aerators, bacteria

For citation: Molchanova T. G. Measures to improve the operation of biological wastewater treatment facilities at sewage treatment plants in Blagoveshchensk, Amur region. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 88–93), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Аэротенки обеспечивают биологическую очистку сточных вод от загрязняющих веществ преимущественно органического происхождения, находящихся во взвешенных, коллоидных и растворенных состояниях. Смесь активного ила с очищенными стоками после аэротенков отстаивается во вторичных отстойниках и осевший активный ил с помощью эрлифтов возвращается обратно в аэротенк (циркулирующий активный ил). Возвратный ил подвергается регенерации в первой половине первого коридора аэротенка в отсутствии стоков, но поскольку ил в регенераторе непосредственно контактирует с поступающей на очистку сточной водой, такую регенерацию нельзя считать полноценной. Регенерация ила необходима для восстановления его сорбционной, окислительной способности, когда в условиях отсутствия питательных веществ происходит полное окисление сорбированных в аэротенке трудно окисляемых соединений, и для уменьшения воздействия залповых сбросов [1].

Аэраторы смонтированы в 3 ряда в первом коридоре и в 4 ряда во втором коридоре вдоль продольных перегородок. Каждый ряд в центре имеет воздухоподводящий металлический стояк. Для предотвращения всплытия в местах соединения аэраторов между собой установлены железобетонные опоры весом 80 кг. Соединение аэраторов – резьбовое, труба в трубу. Для защиты от самораскручивания выполнена их штифтовка стальными стержнями.

Замена аэрационной системы позволит обеспечить заданную интенсивность аэрации, пропускать больший объем воздуха и за счет этого подавать на биологическую очистку на 20 % больше сточной воды. В эксплуатации аэрационная система надежна, устойчива к гидравлическим ударам при запуске

воздуходувок после достаточно частого отключения электроэнергии. После года эксплуатации один аэротенк опорожняли; аэрационная система была в хорошем состоянии, больше аэротенки не опорожнялись.

Одновременно с заменой аэрационной системы проведены следующие ремонтные работы:

1) в распределительной чаше аэротенков заменен аварийный шибер и штукатурены стены резервуара;

2) частичное оштукатурены стены аэротенков.

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

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex}) + (L_{en}^{ЭКВ} - L_{ex}^{ЭКВ})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_T(C_a - C_0)}, \quad (1)$$

$$q_{air}^1 = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_T(C_a - C_0)}, \quad (2)$$

$$\text{где } L_{en}^{ЭКВ} = (C_{порг}^{en} + C_{NH4}^{en} - L_{en} \cdot 5/100) \cdot 3,43, \quad (3)$$

$$L_{ex}^{ЭКВ} = (C_{порг}^{ex} + C_{NH4}^{ex} - L_{ex} \cdot 5/100) \cdot 3,43 \quad (4)$$

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

L_{en} – биохимическое потребление кислорода сточной жидкости, поступающей в аэротенк (табл. 2);

L_{ex} – биохимическое потребление кислорода очищенной воды;

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

C_{NH4}^{en} – азот аммонийный сточной жидкости, поступающей в аэротенк;

C_{NH4}^{ex} – азот аммонийный в очищенной сточной жидкости;

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

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

K_3 – коэффициент качества воды ($K_3 = 0,595$);

K_T – коэффициент, учитывающий температуру сточной воды.

Итого на аэротенки подается не более 21 тыс. м³/час (табл. 3).

Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития
Материалы всероссийской научно-практической конференции

Таблица 1 – Показатели биологической очистки

Показатели	Q_{max}^{cp} , м ³ /ч	L_{en} , мг/л	L_{en} , мг/л	C_{NH4}^{en} , мг/л	C_{NH4}^{ex} , мг/л	C_0 , мг/л	q_{air} , м ³ /м ³	Q_{air} , м ³ /час
Требуется на полную биологическая очистку с нитрификацией	3 600	177	20	30,81	1,5	3	13,1	47 167
Требуется на полную биологическую очистку без нитрификации	3 600	177	20	–	–	3	9,2	33 062
Фактический расчет потребления воздуха	3 000	177	20	–	–	2	7,1	21 165
Пропускная способность аэротенков на имеющиеся мощности воздуходувок для полной биологической очистки без нитрификации	2 750	148,5	20	30,18	1,5	3	7,5	20 671

Таблица 2 – Эффективность работы аэротенков

Наименования ингредиентов	Вход, мг/л	Выход, мг/л	Эффект, %
Биологическое потребление кислорода	118	29	75,4
Химическое потребление кислорода	222	85	61,7
Фосфаты	8,97	5,90	34,2
Азот аммонийный	30,18	17,56	41,8
Азот нитритный	0,10	2,09	–
Азот нитратный	0,5	19,7	–

Таблица 3 – Показатели работы аэротенков

Номер аэротенка	Температура, °С	Кислород, мг/л	рН	Доза ила		Иловый индекс, см³/г
				по объему, мл	по весу, г/л	
2022 г.						
Аэротенк № 1	19,6	3,0	7,21	510	1,6	322
Аэротенк № 2	19,6	2,3	7,20	540	1,9	282
Аэротенк № 3	19,5	2,1	7,25	600	2,2	275
I квартал 2023 г.						
Аэротенк № 1	17,1	2,5	6,90	610	2,8	217
Аэротенк № 2	17,1	3,5	6,93	410	2,1	193
Аэротенк № 3	17,1	1,8	6,97	560	3,1	181

Биоценоз активного ила представлен как представителями микрофлоры (бактерии, грибы, микроводоросли), так и микрофауны (простейшие – жгутиконосцы, саркодовые, инфузории; многоклеточные беспозвоночные – черви, коловратки, тихоходки).

Наличие нитчатых бактерий указывает, что сооружения перегружены как по органике, так и по гидравлике, а держать необходимую по нагрузке дозу ила около 3 г/л невозможно из-за недостатка растворенного кислорода (недостаточной мощности воздуходувной станции).

Предложения по улучшению работы:

1. *Дозу ила по весу в аэротенках поддерживать на уровне 2,5–2,7 г/л.*
2. *Концентрацию растворенного кислорода в аэротенках поддерживать на уровне 2 мг/л.*
3. *Сброс избыточного ила осуществлять постоянно при полукоткрытых задвижках на трубопроводах избыточного ила. Корректировка количества сбрасываемого ила выполняется технологом на основании проведенных лабораторных анализов активного ила.*
4. *При чрезвычайных ситуациях (отключение электроэнергии) перерыв в подаче воздуха допускается не более 2 часов.*
5. *После отключения электроэнергии порядок включения должен предполагать: после включения первой воздуходувки в работу закрыть эрлифты и подачу воздуха в контактный резервуар; после включения второй воздуходувки открыть подачу воздуха на эрлифты и в контактный резервуар; до полного включения всех воздуходувок следить за равномерностью распределения воздуха по аэротенкам.*

Обо всех случаях неравномерной аэрации (появления бурунов, застойных зон) оператор аэротенка должен поставить в известность сменного мастера, так как данная ситуация расценивается как аварийная.

Список источников

1. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения // Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/554820821?ysclid=mbiwhqlgvi861917340> (дата обращения: 28.01.2025).

References

1. Sewage system. Outdoor networks and facilities (2018) *SP 32.13330.2018 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/554820821?ysclid=mbiwhqlgvi861917340> (Accessed 28 January 2025) (in Russ.).

© Молчанова Т. Г., 2025

Статья поступила в редакцию 25.03.2025; одобрена после рецензирования 30.04.2025; принята к публикации 03.06.2025.

The article was submitted 25.03.2025; approved after reviewing 30.04.2025; accepted for publication 03.06.2025.