

9. Gurina, I. V. Nabor kul'turovoitelej dlya biologicheskoy rekul'tivacii pervoj sekcii zolootvala Novocherkasskoj GRES / I. V. Gurina, N. A. Ivanova. – Tekst: neposredstvennyj // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. – 2014. – № 1. – S. 17-28.

10. Dronova, T. N. Sostoyanie i puti uluchsheniya prirodnyh kormovyh ugodij / T. N. Dronova, N. I. Burceva, V. A. Paramonov. – Tekst: neposredstvennyj // Oroshaemoe zemledelie. – 2016. – № 3. – S. 13-14.

11. Ibragimov, K. M. Semenovodstvo dikorastushchih i kul'turnyh kormovyh rastenij na kizlyarskih pastbishchah i chernyh zemlyah / K. M. Ibragimov, I. R. Gamidov, M. A. Umahanov. – Tekst: neposredstvennyj // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. – 2016. – № 1. – S. 62-68.

12. Kshnikatkina, A. N. Semennaya produktivnost' netradicionnyh kormovyh kul'tur v zavisimosti ot priemov vzdelyvaniya / A. N. Kshnikatkina, P. G. Alenin. – Tekst: neposredstvennyj // Niva Polozh'ya. – 2012. – № 1. – S. 32-38.

13. Medvedev, P. F. Introdukciya chernogolovnika mnogobrachnogo v SSSR / P. F. Medvedev. – Tekst: neposredstvennyj // Materialy VI simpoziuma po novym kormovym rasteniyam. – Saransk: Mordovskaya gosudarstvennaya s.-h. stanciya, 1973. – S. 303-305.

◆ ◆ ◆

УДК 628.387.3

Н.И. Алешина  
N.I. Aleshina

## РЕКОНСТРУКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ЯРОВОЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ЯРОВОЕ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### RECONSTRUCTION OF BIOLOGICAL TREATMENT FACILITIES IN THE TOWN OF YAROVOYE TO PROTECT LAKE BIG YAROVOE FROM POLLUTION

**Ключевые слова:** водоем, биологические очистные сооружения, сточные воды, экологическая обстановка, водоохранная зона.

Искусственное загрязнение водоемов является главным образом результатом спуска в них сточных вод от промышленных предприятий и населенных мест. Плохо очищенные сточные воды, поступающие в водоем, могут оказывать на него различное негативное влияние. Город Яровое является промышленным центром Алтайского края, градообразующим предприятием является комбинат компании ОАО «Алтайхимпром», на территории которого расположены биологические очистные сооружения. Город также является курортной местностью с большими перспективами. Достопримечательностью города является озеро Большое Яровое, обладающее уникальными лечебными свойствами. Неблагоприятную экологическую обстановку могут создать сбрасываемые в озеро Большое Яровое плохо очищенные и обеззараженные сточные воды города. На биологических очистных сооружениях (БОС) г. Яровое с мо-

мента их возведения не проводилось капитального ремонта, а существующая технология очистки сточных вод считается устаревшей. Поэтому необходимо принять решение о выполнении капитального ремонта очистных сооружений или их реконструкции, а также строительства новых сооружений, на которых бы достигалось установленными нормами качество очищенных сточных вод при сбросе их в поверхностный водоем рыбохозяйственного назначения 1-й категории. Необходимо рассмотреть возможность повторного использования очищенной воды, этим самым улучшив охрану озера Большое Яровое от загрязнения.

**Keywords:** reservoir, biological treatment facilities, wastewater, environmental situation, water protection zone.

Artificial pollution of reservoirs is mainly the result of the discharge of wastewater from industrial enterprises and settlements. Poorly treated wastewater discharged into the reservoir can have various negative effects on it.

The town of Yarovoye is the industrial center of the Altai Territory, the town-forming enterprise is the plant of OAO "Altaiimprom", on the territory of which biological treatment facilities are located. The town is also a resort area with great prospects. The attraction of the town is Lake Bolshoe Yarovoe possessing unique healing properties. An unfavorable environmental situation may be created by poorly treated and untreated town wastewater discharged into Lake Bolshoe Yarovoye. Since their construction, no major repairs have been carried out at the biological treatment facilities in Ya-

rovoye, and the existing wastewater treatment technology is considered outdated. Therefore, it is necessary to make a decision on the major repairs of treatment facilities or their reconstruction, or even the construction of new facilities, which would comply with the established standards of the quality of treated wastewater discharged into a surface reservoir of fishery purposes of the 1st category. It is also necessary to consider the possibility of reusing the treated wastewater, thereby improving the protection of Lake Bolshoe Yarovoe from pollution.

**Алешина Надежда Ивановна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: nialyoshina59@mail.ru.

**Aleshina Nadezhda Ivanovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: nialyoshina59@mail.ru.

### Введение

В г. Яровое существует единая централизованная система водоотведения, разделенная на две эксплуатационные зоны: селитебная и промышленная. Централизованная система водоотведения города включает в себя и очистные сооружения сточных вод, которые являются муниципальной собственностью. В городе имеются биологические очистные сооружения канализации (БОС), построенные в 1967-1990 гг., состоящие из двух линий БОС-1 и БОС-2.

БОС-1 проектной производительностью 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут. построены в 1967 г., предназначены для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. В 1997 г. остановлены для проведения капитального ремонта и в настоящее время не эксплуатируются.

БОС-2 проектной производительностью 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут. предназначены для очистки производственных сточных вод с расходом 6600 м<sup>3</sup>/сут. и хозяйственно-бытовых сточных вод с расходом 8400 м<sup>3</sup>/сут.

**Целью** исследований является обоснование реконструкции существующих или строительства новых биологических очистных сооружений г. Яровое для защиты водных ресурсов.

### Объект и методы исследований

Объектом исследования являются существующие биологические очистные сооружения г. Яровое Алтайского края. Было выполнено визуальное обследование строительных конструк-

ций очистных сооружений хозяйственно-бытового стока.

Анализ сточных вод, поступающих на биологические очистные сооружения, выполнен химико-бактериологической лабораторией очистной станции и представлен в таблице.

**Таблица**

**Качественный состав сточных вод, поступающих на биологические очистные сооружения г. Яровое**

Показатели	Фактическая концентрация
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	250
БПК <sub>полн</sub> , мг-О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	280÷330
ХПК, мг-О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	430÷860
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	25,5÷50
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	-
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	-
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	3,2÷16
Бактериальное загрязнение КОЕ/100 мл	5×10 <sup>7</sup>

### Результаты исследований

В данное время в работе находятся биологические сооружения БОС-2, которые требуют реконструкции и оптимизации с учетом освоения современных технологий, более эффективных по достижению качества очищенных сточных вод.

В составе БОС-2 имеются:

- приемная камера хозяйственно-бытовых стоков;

- песколовки хозяйственно-бытовых стоков горизонтальные с круговым движением воды два отделения диаметром 6 м;
- распределительная камера песколовки кислых промышленных стоков;
- здание известкового хозяйства для нейтрализации промышленных стоков;
- песколовки-нейтрализаторы промышленных стоков, горизонтальные с круговым движением воды диаметром 6 м на два отделения;
- усреднители промышленных стоков по химическому составу на две секции;
- первичные вертикальные отстойники диаметром 9 м в количестве 8 шт.;
- аэротенки-смесители двухкоридорные с регенератором на две секции;
- вторичные радиальные отстойники диаметром 18 м в количестве 3 шт.

После механической и биологической очистки сточная вода по самотечному трубопроводу диаметром 600 мм и длиной 300 м отводится в пруды доочистки, состоящие из 2 секций, работающих последовательно.

Первый пруд представляет собой земляной котлован с противоточной фильтрацией из полиэтиленовой пленки объемом 280 тыс. м<sup>3</sup>.

Второй пруд объемом котлована 1000 м<sup>3</sup> противоточную пленку не имеет, основание пруда представляют слабо фильтрующие грунты. Согласно статье 65 «Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы» Водного кодекса РФ с изменениями от 11.07.2014 г. в водоохранной зоне нельзя размещать сооружения и системы для отведения (сброса) сточных вод в приемники, не имеющие противоточные экраны [1]. В настоящее время нарушен перепускной лоток во вторую секцию прудов доочистки, эксплуатируется только первая секция.

Выпуск очищенной сточной воды после прудов доочистки является единым и осуществляется по каналу шириной 1 м и длиной 550 м в озеро Большое Яровое [2, 3].

Для обработки осадков, полученных при очистке сточных вод, имеются песковые пло-

щадки для обезвоживания пескопульпы из песколовки и иловые площадки для подсушивания сырого осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила из аэротенков.

В технологическом процессе очистки сточных вод отсутствуют дезинвазия и обеззараживание илового осадка.

Конструктив действующих сооружений хозяйственно-бытового стока БОС-2 в значительной степени не соответствует оптимальному обеспечению процессов биологической очистки средне-концентрированных хозяйственно-бытовых сточных вод, что приводит к низкой степени очистки воды. На очистных сооружениях БОС-2 смонтирована низкоэффективная эрлифтная система аэрации.

В технологическом процессе очистки сточных вод отсутствуют сооружения по обеззараживанию очищенных стоков. Пунктом 9.2.11 СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» запрещается сбрасывать хозяйственно-бытовые сточные воды и их смеси с производственными сточными водами в водные объекты без обеззараживания [4, 5].

Техническое состояние биологических очистных сооружений БОС-2 можно оценить как ограниченно-работоспособное.

Техническое состояние биологических очистных сооружений БОС-1, которые в настоящее время не эксплуатируются, можно оценить как аварийное.

Для повышения степени очистки сточных вод предлагаем построить станцию биологической очистки серии «Моноблок» минимальной производительностью 3000 м<sup>3</sup>/сут., пиковой производительностью 17000 м<sup>3</sup>/сут.

Такая станция очистки конструктивно выполняется в виде единого блока, состоящего из производственного здания для размещения технологического оборудования и линий технологических емкостей.

В производственном здании размещаются отделение механической очистки, отделение обезвоживания осадка, отделение воздухоудной и обеззараживания.

Комплексная механическая очистка сточных вод осуществляется на шнековых решетках с перфорацией 3 мм и аэрируемых песколовках-жироловках с функцией отмыва, уплотнения и обезвоживания задержанных отбросов и песка. Выгрузка отбросов проводится в герметичные контейнеры.

Технологические емкости включают в себя усреднитель-денитрификатор; аэротенк-денитрификатор; аэротенк-нитрификатор; вторичный отстойник; фильтр доочистки.

Установлены два усреднителя и четыре параллельно работающие независимые линии биологической очистки. Предусмотрены два вида рециркуляции:

- возвратный активный ил из вторичных отстойников в усреднитель;
- внутренний контур рециркуляции из конца в начало аэротенка.

Перемешивание объема усреднителя-денитрификатора и аноксидной зоны осуществляется механическим способом посредством погружных мешалок. Перемешивание иловой смеси и поддержание заданных параметров кислородного режима осуществляется пневматической системой аэрации, состоящей из мелкопузырчатых аэраторов. Внутренняя рециркуляция производится погружными лопастными низконапорными насосами.

Далее иловая смесь из зоны аэрации аэротенка-нитрификатора поступает в вертикальный отстойник, где происходит ее разделение на возвратный ил и осветленную воду. В отстойнике установлена система илоотделения, которая состоит из тонкослойных модулей, оборудованных системой регенерации воздухом.

Участок биологической очистки работает по технологии MLE – модифицированная схема Людзак-Эттингера [6]. Данная схема работы аэротенка обладает следующими преимуществами:

- глубокое удаление азота;
- умеренный объем сооружений;
- уменьшенное потребление кислорода;
- восстановление щелочности;
- хорошая осаждаемость ила;
- простой контроль.

Вторичные вертикальные отстойники обладают следующими преимуществами:

- удобство удаления осевшего ила под гидростатическим давлением без использования илососов и скребков;
- компактность расположения при блокировке с аэротенками;
- возможность использования взвешенного слоя ила, в котором как в контактной среде интенсифицируется хлопьеобразование;
- сокращение объемов сооружений и повышение качества очищенной воды.

После отстойников осветленная сточная вода подается на фильтр с синтетической загрузкой.

Избыточный активный ил влажностью 99% подается в накопитель осадка, а далее подается на центрифуги для обезвоживания. Для улучшения влагоотдачи перед центрифугами в осадки вводится раствор флокулянта. Влажность обезвоженного ила составляет 75-80%. Образующийся фугат отводится в усреднитель-денитрификатор.

Обеззараживание сточных вод осуществляется ультрафиолетовым облучением с помощью ламп, расположенных в напорном корпусе.

Сблокированное расположение технологических емкостей и производственного здания минимизирует занимаемую площадь и позволяет избежать высоких затрат на строительство отдельных сооружений, не применяется разделение построек на множество блоков.

Предложенная технология очистки является испытанной и надежной, что позволяет гарантировать требуемую степень очистки на протяжении всего периода эксплуатации.

## Выводы

1. Сбрасываемые сточные воды, прошедшие очистку на существующих биологических очистных сооружениях, могут оказывать негативное влияние на озеро Большое Яровое.
2. Необходимо принять решение о дальнейшей реконструкции существующих или строительстве новых очистных сооружений.

3. Основным итогом реконструкции или строительства новых очистных сооружений является снижение концентрации загрязняющих веществ и их общей массы, сбрасываемой в озеро Большое Яровое.

4. При выборе варианта строительства новых очистных сооружений необходимо рассмотреть земельный участок, который бы отвечал требованиям СанПиН 1.22.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [7].

#### Библиографический список

1. Водный кодекс Российской Федерации. Статья 65. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы. – Текст: непосредственный.

2. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.980-00.2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000) (с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014). – Текст: непосредственный.

3. Алешина, Н. И. Расчет необходимой степени очистки сточных вод при сбросе в поверхностные водные объекты: методическое пособие / Н. И. Алешина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 46 с. – Текст: непосредственный.

4. Свод правил СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменением № 1) / Минстрой России. – 2012. – Текст: непосредственный.

5. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Минстрой России. – Москва: ГУП ЦПП, 1996. – Текст: непосредственный.

6. Ким, В. С. Модернизация городских очистных сооружений: от технологических решений до оборудования / В. С. Ким, Н. Ю. Большаков. – Текст: непосредственный // Водоочистка. Подготовка. Водоснабжение. – Москва: ООО «Издательский дом «Орион», 2018. – № 1. – С. 48.

7. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 25.09.2007) (с изм. от 25.04.2014). – Текст: непосредственный.

#### References

1. Vodnyj kodeks Rossijskoj Federacii. Stat'ya 65. Vodoohrannyye zony i pribrezhnyye zashchitnyye polosy. – Tekst: neposredstvennyj.

2. Sanitarnyye pravila i normy. SanPiN 2.1.980-00.2.1.5. Vodootvedenie naseleennykh mest, sanitarnaya ohrana vodnykh ob'ektov. Gi-gienicheskie trebovaniya k ohrane poverhnostnykh vod. (utv. glavnyim gosudarstvennyim sanitarnym vrachom RF 22.06.2000) (s izm. ot 04.02.2011, s izm. ot 25.09.2014). – Tekst: nepo-sredstvennyj.

3. Aleshina, N. I. Raschet neobhodimoy stepeni ochistki stochnykh vod pri sbrose v poverh-nostnyye vodnyye ob'ekty: metodicheskoe posobie / N. I. Aleshina. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 46 s. – Tekst: neposredstvennyj.

4. Svod pravil SP 32.13330.2012. Kanalizatsiya. Naruzhnyye seti i sooruzheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.04.03-85 (s Izmeneniem № 1) / Ministroy Rossii. – 2012. – Tekst: neposredstvennyj.

5. Stroitel'nye normy i pravila. SNiP 2.04.03-85. Kanalizatsiya. Naruzhnyye seti i so-oruzheniya / Ministroy Rossii. – Moskva: GUP CPP, 1996. – Tekst: neposredstvennyj.

6. Kim, V. S. Modernizatsiya gorodskikh ochistnykh sooruzhenij: ot tekhnologicheskikh reshenij do oborudovaniya / V. S. Kim, N. Yu. Bol'shakov. – Tekst: neposredstvennyj // Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. – Moskva: OOO «Izdatel'skiy dom «Orion», 2018. – № 1. – S. 48.

7. Sanitarnyye pravila i normy. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03 Sanitarno-zashchitnyye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatij, sooru-zhenij i inyh ob'ektov (utv. Glavnym gosudar-stvennyim sanitarnym vrachom RF 25.09.2007) (s izm. ot 25.04.2014). – Tekst: neposredstvennyj.

