ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 628.316.12

Татьяна Ивановна Ткаченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 5932-9472, AuthorID: 214372, Россия, Владивосток

Дарья Евгеньевна Горулева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, магистрант, Россия, Владивосток

Оптимизация схемы биологической очистки сточных вод предприятиями АО «Южморрыбфлот»

Аннотация. Рассматриваются проблемы очистных сооружений сточных вод, а также возможные пути их решения. Проведен анализ действующей системы очистки сточных вод предприятия и предложен вариант оптимизации биологической очистки как одной из наиболее важной стадии, входящей в состав комплекса обработки сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, очистные сооружения, биологическая очистка.

Tatyana I. Tkachenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering science, associate professor, head of the department of technological machines and equipment, SPIN-cod: 5932-9472, AuthorID: 214372, Russia, Vladivostok

Darya E. Goruleva

Far Eastern State Technical Fisheries University, master's degree student, Russia, Vladivostok

Optimization of the biological treatment scheme waste water of «Juzhmorrybflot» JSC

Abstract. The article deals with the problems of wastewater treatment plants. The analysis of the current wastewater treatment system of the enterprise is carried out. A variant of optimization of biological treatment as one of the most important stages of the wastewater treatment complex is proposed.

Keywords: wastewater, treatment facilities, biological treatment.

В последнее время рыбная промышленность России увеличила свои объемы, которые резко сократились в 90-х гг. прошлого века. В структуре рыбной отрасли нашей страны хозяйственной и экономической деятельностью занимаются более 9 тыс. организаций с численностью рабочих более 700 тыс. чел. Это позволяет в значительной степени удовлетворить спрос населения на речную рыбу и морепродукты.

В связи с тем, что потенциал роста спроса на рыбную продукцию глубокой переработки достаточно высок, рыбоперерабатывающие предприятия являются одними из самых пер-

спективных. Это приводит к большой конкуренции, что побуждает сотрудников предприятий к недобросовестному отношению к законам и нормам. Так, проблемы халатного отношения к окружающей среде со стороны сотрудников этих предприятий, которые не всегда соблюдают экологические нормы, становятся все более тревожными.

Как известно, «предприятия по переработке рыбы являются крупными потребителями питьевой воды, которая после ее использования в технологических операциях по переработке превращается в гетерогенную жидкостную систему. Зачастую сброс сточных вод осуществляется в водоемы, либо в городскую канализацию. Это быстро истощает запасы кислорода, что вызывает гибель обитателей водоемов. Сточные воды содержат высокий показатель взвешенных органических веществ, а также содержат высокую степень бактериальной обсемененности и такие ингредиенты, как консерванты, стабилизаторы, эмульгаторы, фенолы (при копчении), которые используются в современных технологиях рыбоперерабатывающей промышленности» [1].

АО «Южморрыбофлот» – береговой консервный завод производительностью до 120 млн банок в год, расположенный в п. Южно-Морской. Основным сырьем для завода является сайра и сельдь. Помимо консервов из сайры, завод выпускает более двадцати ассортиментных позиций из лососевых рыб, сельди, морской капусты, кальмара, кукумарии. Отходы на предприятии связаны со сбросами в водоемы сточных вод, ухудшающих состояние почвы, прилегающей к предприятию.

Как отмечалось ранее: «АО «Южморрыбфлот» использует постадийную обработку сточных вод, операторная модель которой представлена на рис. 1. На первом этапе сточные воды проходят механическую очистку, где происходит процеживание твердых и взвешенных частиц. Далее сточные воды очищают реагентами флотационным методом, где проводят коррекцию pH воды в коллекторах, после чего происходит отстаивание под действием коагулянтов. Последним этапом очистки сточных вод является биологическая очистка, где посредством двух типов бактерий аэробных и анаэробных происходит доочистка воды» [6].

Посредством применения технологии постадийной обработки на АО «Южморрыбфлот» удается достигать параметров очищенных стоков, но количество кислорода при биохимическом окислении едва не выходит за норму БПК, что может существенно влиять на санитарные нормы.

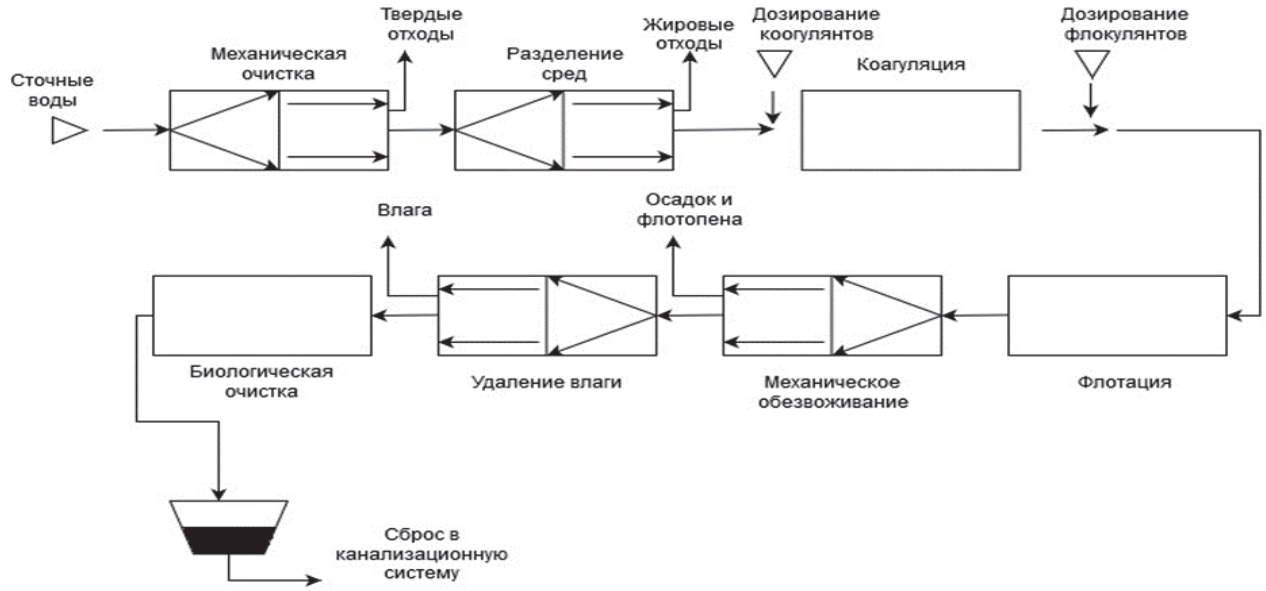

Рис. 1. Операторная модель очистки сточных технологических вод на АО «Южморрыбфлот»
Fig. 1. Operator model of wastewater treatment of technological waters at «Juzhmorrybflot» JSC

Кроме того, существуют и другие проблемы, возникающие при очистке производственных сточных вод: предприятие использует старое оборудование, которое вследствие поломок требует еще больших затрат на его восстановление. Также старое оборудование требует дополнительные ресурсы на очищение сточных вод, а это может приводить к утечкам воды. Поэтому «важным фактором рационального использования сооружений очистки сточных вод является устранение и сведение утечек до минимального уровня и снижение материальных затрат за счет выбора оптимальных конструктивных и технологических параметров» [4].

Процесс биологической очистки может показаться простым, но в действительности для обеспечения высокого эффекта очистки необходима целая система, где фигурируют сточная вода, аэротенк, микроорганизмы, отстойник и регенератор (рис. 2).

Биологическая очистка – это открытый резервуар, в который поступают сточные воды и биомасса микроорганизмов. Полученная смесь перемещается в аэротенк, полностью заполняя его. Из практики известно, что «посредством непрерывной подачи воздуха специальный элемент, установленный на дне установки, удаляет насыщенную кислородом среду. Образование кислорода характеризуется контактом воздуха с движущейся смесью, где выделяются пузырьки воздуха с небольшим содержанием кислорода, полностью растворенного в жидкости. Поэтому, чтобы микроорганизмы могли дышать, им необходима подача воздуха, в противном случае удаление загрязняющих веществ не может быть эффективным» [2].

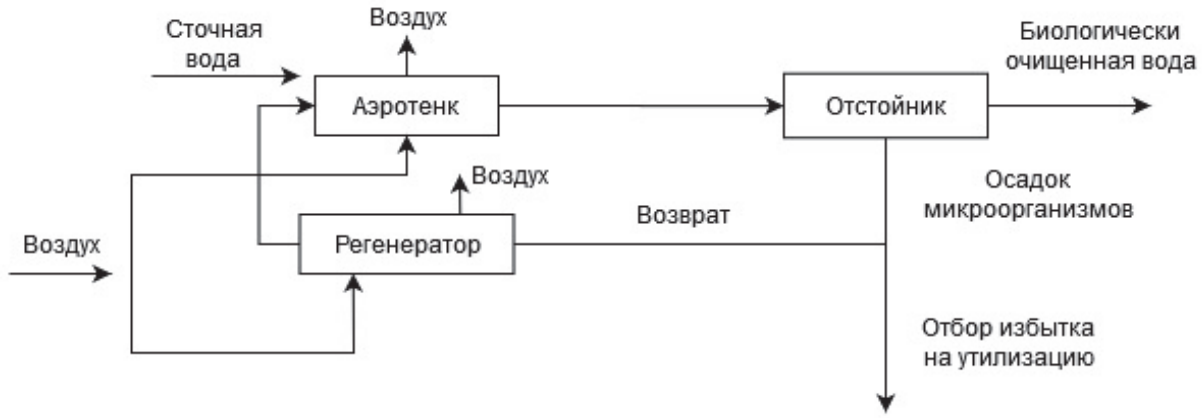

Рис. 2. Блок-схема биологической очистки
Fig. 2. Biological water treatment scheme

По своей природе загрязняющие вещества в сточных водах являются органическими. Данные вещества могут быть пищей для определенных микроорганизмов, при усвоении необходимых им веществ они могут размножаться, что приводит к снижению концентрации загрязняющих веществ. При хорошей организации этого процесса степень истощения загрязнений может быть высокой – до 95 % и более.

Таким образом, «после удаления органических загрязнителей очищенная сточная вода (биологически очищенная вода) выходит из аэротенка. Затем необходимо провести процесс разделения взвеси микроорганизмов от биологически обработанной воды и поместить микроорганизмы обратно в аэротенк. Для этого весь поток сточной воды из аэротенка направляют в отстойник, где происходит процесс отделения биологически очищенной воды от биологически обработанного осадка» [2]. Осадок представляет собой подвижную суспензию с концентрацией взвешенных частиц 0,4–0,8 %. В зависимости от роста микробной массы отделяется часть суспензии для утилизации, а оставшийся осадок возвращается в аэротенк.

Целесообразно провести оптимизацию биологической очистки на предприятии АО «Южморрыбфлот», существенным моментом которой является учет факторов, несущих сто-

имостную нагрузку при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений. В связи с этим параметры, которые не влияют на изменение стоимостной нагрузки, не следует вводить в эксплуатацию, в таком случае рассматривать небольшие сооружения не стоит. Важно рассматривать какое-либо сооружение совместно с другими, непосредственно примыкающими к технологической схеме.

Следовательно, необходимо проводить системную оптимизацию биологической очистки, учитывая все сооружения на этапе данной очистки.

Рассматривать сооружения биологической очистки с биокоагулянтами не имеет смысла, так как они практически не применяются на средних и крупных производствах. На АО «Южморрыбфлот» имеются небольшие проблемы с нормой БПК, значит, биогоагулянты не справляются с заданной нормой очистки. Оптимизации подлежат сооружения для достаточно больших производств, поэтому предприятию необходим ввод нового оборудования. Принципиальная схема сооружений биологической очистки сточных вод представлена на рис. 3.

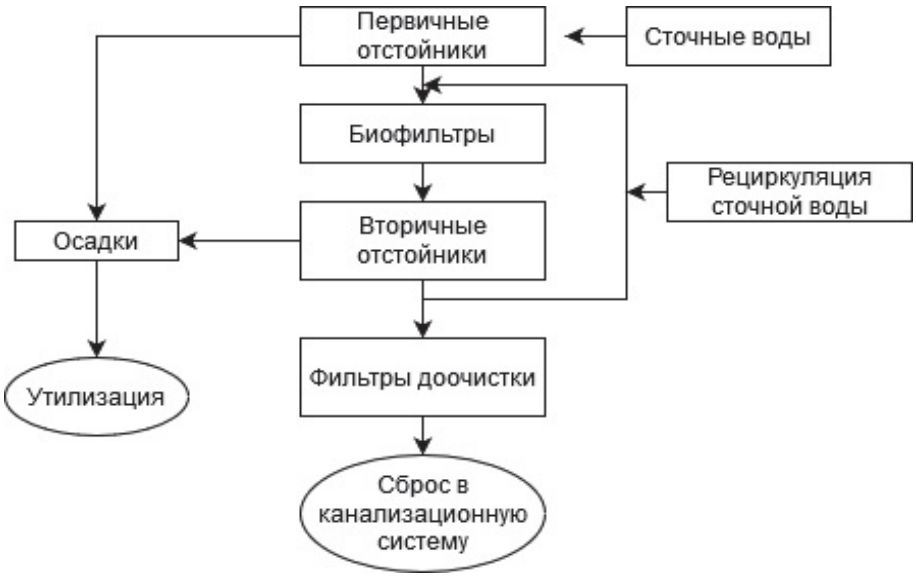

Рис. 3. Принципиальная схема сооружений, подлежащих оптимизации на АО «Южморрыбфлот»
Fig. 3. Schematic diagram of structures to be optimized at «Juzhmorrybflot» JSC

В существующую схему постадийной обработки сточных вод, а именно, на этапе биологической очистки на АО «Южморрыбфлот», предлагается внести следующие изменения:

1) ввести аэротенки I и II ступеней с промежуточными отстойниками;

2) ввести высоконагружаемые биофильтры с рециркуляцией.

Деление процесса на несколько этапов позволяет интенсифицировать процесс биологической очистки, что представлено в операторной модели постадийной обработки сточных вод, учитывая оптимизацию процесса биологической очистки, на рис. 4. Данная схема позволит осуществлять большую производительность, чем одноступенчатый процесс с биокоагулянтами.

Биологическая очистка осуществляется в аэротенках I и II ступеней с промежуточными отстойниками. На I ступени активный ил находится в избыточном количестве субстрата, впоследствии он утилизируются. На II ступени сточные воды проходят через биофильтры, где путем минерализации происходит очистка, после чего сточные воды повторно направляются в отстойники, чтобы избежать возможных осадков. Процессом рециркуляции на II ступени очистки сточных вод можно добиться полного очищения воды без примесей. Завершающим этапом будет являться доочистка воды и вследствие этого ее утилизация.

Для наглядного представления внедрения системы биологической очистки на предприятии АО «Южморрыбфлот» построен функциональный блок этой системы (рис. 5).

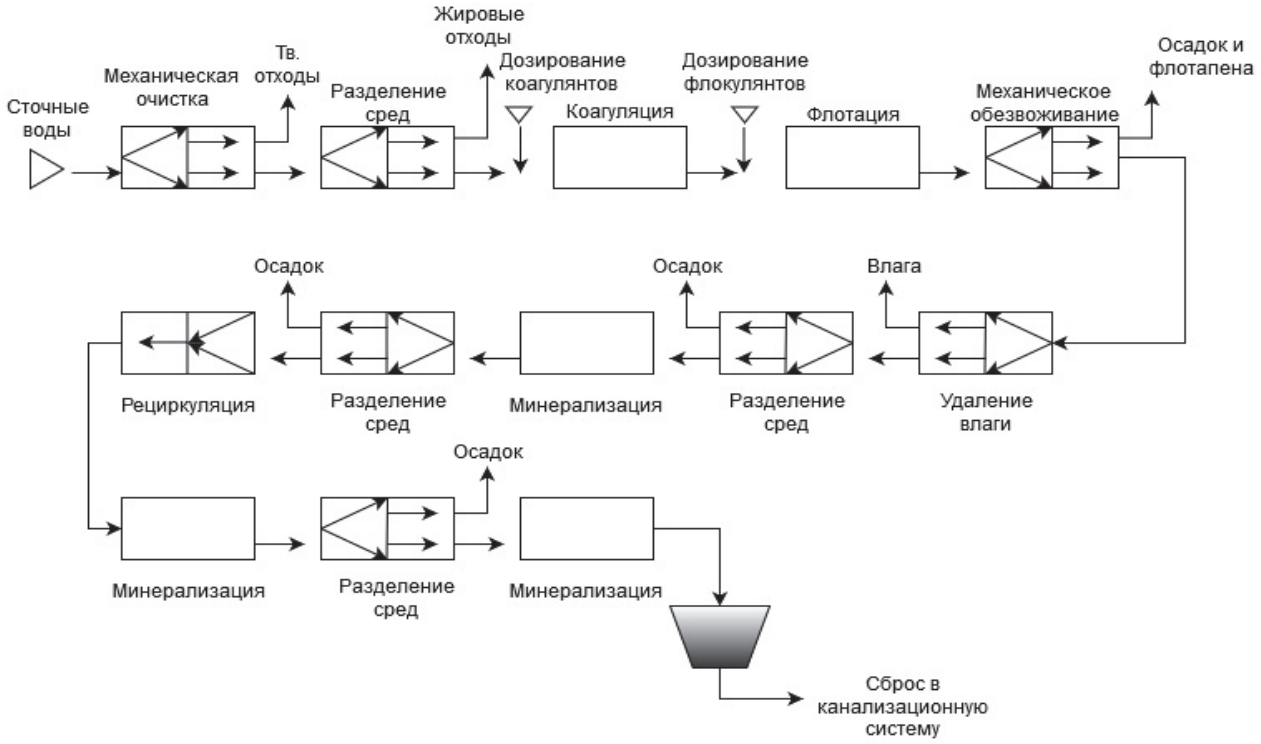

Рис. 4. Операторная модель очистки сточных технологических вод
с учетом оптимизации биологической очистки на АО «Южморрыбфлот»
Fig. 4. Operator model of wastewater treatment, taking into account the optimization
of biological treatment at «Juzhmorrybflot» JSC

На данном функциональном блоке указаны все входы и выходы, а также управляющие воздействия и механизмы. Входом функционального блока является план внедрения биологической очистки. Управляющим воздействием в данном случае служат документы о нормах ПДК, а также процессы, необходимые для функционирования биологической очистки. Механизмом блока являются сооружения очистки сточных вод, которые формируют систему и приводят в действие процессы управляющего воздействия. Выходом функционального блока является внедренная система очистки сточных вод, а также сточные воды, соответствующие нормам ПДК.

Разработанный подход оптимизации сооружений очистки сточных вод помогает получать значительный экономический эффект, не снижая требований к надежности очистки сточных вод. Рационирование норм на основе оптимизации позволяет значительно улучшить качество сточных вод, не превышая БПК, за счет санитарной обстановки при сбросе в канализационную систему.

Комплекс решений по оптимизации сооружений биологической очистки сточных вод на АО «Южморрыбфлот» позволит значительно снизить капитальные и эксплуатационные расходы за счет правильного выбора исходной переменной. Оптимизация системы сократит переменную стоимостной нагрузки, что представит большую экономию средств на предприятии и повысит функционирование системы.

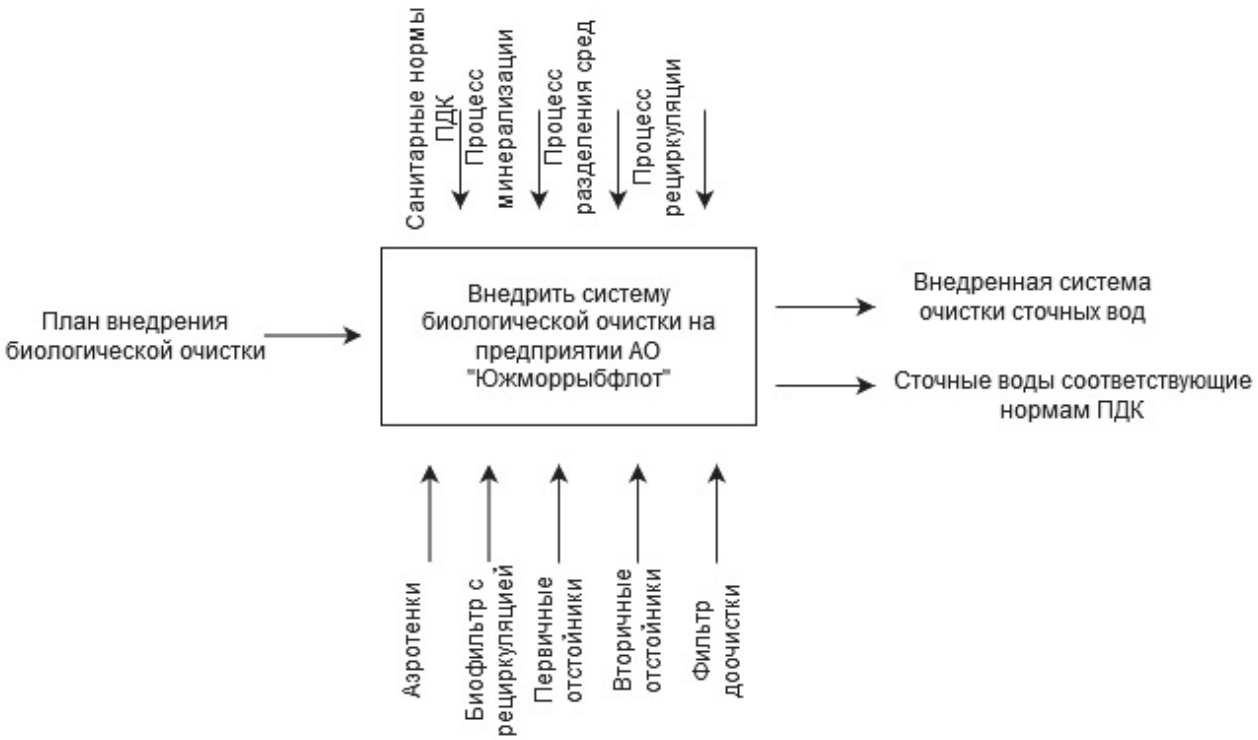

Рис. 5. Функциональный блок внедрения системы биологической очистки
Fig. 5. Functional block for the implementation of a biological treatment system

Список литературы

1. Бродский А.К. Общая экология: учебник для студентов вузов. М.: Изд. центр «Академия», 2006. 256 с.

2. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, 2003. 512 с.

3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Системы распределения и подачи воды. М.: Изд-во «АСВ», 2004. Т. 3. 256 с.

4. Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л. Инженерная защита поверхностных сточных вод от промышленных стоков. М.: Высш. шк., 2003. 212–214 с.

5. Крупномасштабные сооружения биологической очистки сточных вод с удалением биогенных элементов / Д.А. Данилович [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 10. С. 45–51.

6. Ткаченко Т.И., Максимова В.И., Ширяева Е.В., Ивановская М.А. Эффективность работы очистных устройств и сооружений для экологической безопасности в рыбоперерабатывающей промышленности (на примере АО «Южморрыбфлот») // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы III Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 196–202.

© Ткаченко Т.И., Горулева Д.Е., 2021

Для цитирования: Оптимизация схемы биологической очистки сточных вод предприятиями АО «Южморрыбфлот» // Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 55, № 1. С. 87–92.

Статья поступила в редакцию 10.02.2021, принята к публикации 18.03.2021.