

# ЭКОЛОГИЯ

УДК 628.387.3

А.С. Давыдов,  
Н.И. Алешина,  
В.Б. Шепталов

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД УБОЙНОГО ЦЕХА ПТИЦЕФАБРИКИ И ЖИЛОГО ПОСЕЛКА

**Ключевые слова:** сточные воды, очистные сооружения, биологическое потребление кислорода, рыбоводно-биологические пруды, высшая водная растительность, анаэробные и аэробные бактерии, биоценоз.

### Введение

Разработанная технология очистки сточных вод убойного цеха птицефабрики, смешанных с хозяйственно-бытовыми сточными водами жилого поселка, внедрена на Урале. За основу принята технология переработки стоков животноводческих комплексов в рыбоводно-биологических прудах и на биоинженерных сооружениях с высшей водной растительностью. При разработке проекта использован опыт эксплуатации аналогичных сооружений на свинокомплексе «Шуваловский» Костромской области, свинокомплексе «Дороницы» Кировской области и птицефабрике «Васильевская» Пензенской области [1].

### Методика исследований

Среднесуточный выход сточных вод убойного цеха и поселка составляет  $Q_n = 2000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , или 730 тыс.  $\text{м}^3$  в год. Состав сточных вод по опытным данным приведен в таблице 1.

Расчетная производительность очистных сооружений –  $3000\text{--}3350 \text{ м}^3/\text{сут.}$  Период работы сооружений с учетом климатических условий принят в 138 сут. – с 10 мая по 25 сентября. Объем переработки стоков за этот период составляет  $450000 \text{ м}^3$ .

По звеньям технологической цепи очистки сточные воды проходят в следующей последовательности (рис.).

Сточные воды после прохождения через сооружения механической очистки и после жироловок поступают в регулирующий приемный резервуар насосной станции. Далее стоки по напорному трубопроводу перекачиваются в секции прудов-накопителей сточных вод годового и полугодового регулирования.

Таблица 1

Состав сточных вод убойного цеха птицефабрики и хозяйственно-бытовых сточных вод жилого поселка

№	Показатели	Размерность	Содержание			ПК
			убойный цех	хозбытовые стоки	смешанные стоки	
1	Взвешенные вещества	мг/л	2000	700	1350	10,75
2	БПК	мг $\text{O}_2/\text{л}$	2800	500	1650	3
3	Жиры	мг/л	1000	3-5	502-503	Отсутствие
4	Азот аммонийный	мг/л	130,0	40-50	85-90	0,39
5	Фосфор общий	мг/л	20,0	15-30	18-25	0,2
6	pH	-	6,5-8,0	7,5	7-7,5	6,5-8,5

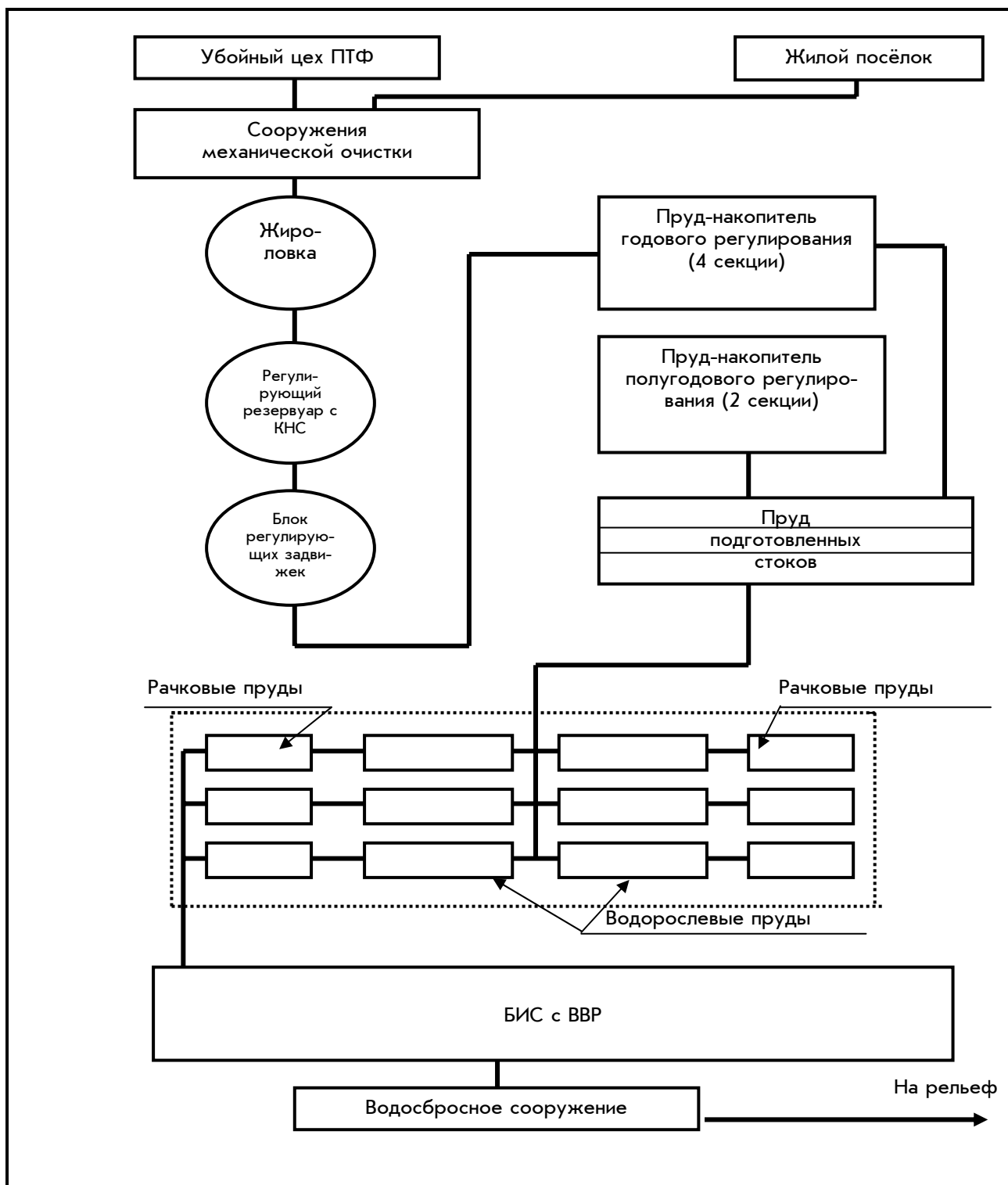


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод

После выдержки с 25 сентября текущего года по 10 мая следующего сточные воды из прудов-накопителей поступают в пруд подготовленных стоков. С 10 мая по 25 сентября подготовленные стоки направляются на очистку в водорослевые и рачковые пруды. Доочистка сточных вод осуществляется на биоплато (биоинженерные сооружения (БИС) с высшей водной растительностью (ВВР)). Очищенные

воды через водосбросное сооружение с обустроенными выпусками отводятся на рельеф местности, где происходит их дополнительная очистка.

#### Результаты исследования

Общий объем прудов-накопителей определяется годовым объемом выхода сточных вод, поступлением воды с атмосферными осадками, потерями воды на

фильтрацию и испарение, а также «мертвым объемом» прудов для накопления осадка в период эксплуатации.

«Мертвый» объем прудов-накопителей предусматривается на сокращение их емкости в результате накопления осадка (взвешенные вещества, поступающие со сточными водами), а также при сохранении плодородного слоя и биомассы отмирающих водных растений на дне пруда. Эксплуатация прудов-накопителей сточных вод предусматривает учет «мертвого» объема глубиной не менее 50 см для осаднения яиц гельминтов и для защиты перепускных сооружений прудов от заиления и жиров. Глубина заполнения прудов составляет 1,5 м. В этом случае период между очистками накопителей, в зависимости от массы ила, составит от 5 до 25 лет [2].

При хранении стоков в прудах-накопителях происходит их частичная очистка. Процессы очистки заключаются в следующем:

- при наполнении прудов часть взвешенных веществ оседает;
- под воздействием бактерий (анаэробных – в нижних слоях и аэробных – в верхних) происходит разложение органического вещества с образованием минеральных форм азота, фосфора, калия, железа и других элементов и веществ;
- за зимний период верхний слой жидкости промерзает. При этом через 10-15 дней микробы группы кишечной палочки (*Escherichia coli*) погибают в толще льда на 99%.

Далее сточные воды из прудов-накопителей поступают в пруд подготовленных стоков. Для улучшения условий подготовки стоков в прудах, обслуживания и ремонта каждый пруд разделен на 3 секции. Разделение прудов-накопителей сточных вод и пруда подготовленных стоков на секции позволяет:

- снизить нагрузку на очистные сооружения в цикле их работы;
- регулировать нагрузку в зависимости от изменения климатических факторов за период работы очистных сооружений;
- выводить отдельные секции прудов-накопителей для их очистки от ила без нарушения общего режима наполнения и сработки стоков из прудов.

Распределение стоков из напорного подающего трубопровода по секциям прудов-накопителей производится через лотки с шандорными затворами. Выпуск сточных вод из прудов-накопителей в пруд подго-

товленных стоков производится через трубопроводы, соединяющие секции обоих прудов. Трубопроводы уложены выше на 0,5 м отметки дна секций, что обеспечивает защиту этих трубопроводов от заиления и обеспечивает очистку сточных вод от яиц гельминтов, которые тяжелее воды и оседают на дно. Разделение линий впуска и выпуска стоков по противоположным сторонам секций еще более снижает илоотложение в зонах выпуска.

Затем сточные воды из пруда подготовленных стоков подаются в водорослевые пруды, являющиеся первым звеном в технологической цепи очистки сточных вод. В основу очистки стоков в водорослевых прудах положено использование очищающих и обеззараживающих свойств водорослей в процессе их развития. Эффект очистки достигается в результате деятельности фитопланктона и фотосинтетической аэрации при развитии водорослей. Кислород, вырабатываемый водорослями, в процессе фотосинтеза интенсивно окисляет органические соединения загрязнений в стоках и переводит их в минеральную форму. Минеральные формы загрязнений используются для формирования биомассы водорослей, а бактериопланктон в биоценозе водорослевых прудов обеззараживает находящиеся в них стоки.

Водоросли развиваются в водных средах при обеспечении необходимых экологических условий, главными из которых являются температура и свет. Эти условия наиболее благоприятны в теплое время года. Глубина стояния воды в водорослевых прудах составляет от 1 до 1,5 м.

Для обеззараживания сточных вод предусматривается двухступенчатая система очистки в водорослевых прудах, откуда стоки самотеком подаются в рачковые пруды, где прудах формируется значительная масса фитозоопланктона (микроводоросли, личинки насекомых, ракообразные и другие беспозвоночные), служащая хорошим кормом для рыб. В результате использования питательных веществ сточной воды фитозоопланктоном, в основном, завершается очистка стоков, происходит полное разложение исходного органического вещества, т.е. минерализация.

Параметры водорослевых и рачковых прудов и степень очистки в них рассчитываются по формуле Г. Винберга [3]:

$$L = 272 \times \Phi \times R \times T / O_r \times h, \quad (1)$$

где L – снижение загрязнений по БПК<sub>5</sub> с исходного до заданного значения, мгО<sub>2</sub>/л;

$\Phi$  – утилизация солнечной энергии при фотосинтезе равна 0,018;

$R$  – средняя интенсивность солнечной радиации (для Челябинской области принято  $550 \text{ кал/см}^2/\text{сут.}$ );

$T$  – время очистки сточных вод в секциях водорослевых прудов, сут.;

$O_r$  – резерв кислорода, необходимый для дыхания гидробионтов, равен 1;

$h$  – средняя глубина прудов, см.

Из уравнения (1) время очистки сточных вод в секциях прудов составит, сут.:

$$T = L \times O_r \times h / 272 \times \Phi \times R. \quad (2)$$

Общий объем секций водорослевых и рачковых прудов определяется по годовому объему стоков, времени работы системы очистки и суточному расходу поступления стоков на очистные сооружения.

Годовой объем сточных вод с убойного цеха птицефабрики и хозяйственных стоков поселка составляет:

$$365 \text{ сут.} \times 2000 \text{ м}^3/\text{сут.} = 730000 \text{ м}^3.$$

При условии очистки всего годового объема стоков и сработки прудов-накопителей до уровня «мертвого» объема за период с 10 мая по 25 сентября среднесуточный расход стоков, поступающих на очистные сооружения, составит:

$$730000 \text{ м}^3 : 138 = 5290 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

При такой нагрузке сильно возрастают площади очистных сооружений.

Увеличение глубины водорослевых и рачковых прудов ухудшит экологические условия развития биоценозов в этих прудах, а следовательно, увеличит сроки выдержки стоков и снизит эффективность очистки.

Для снижения нагрузки на очистные сооружения предусмотрены 3 пруда полугодового регулирования (2 пруда-накопителя и 1 пруд подготовленных стоков). Объем очищаемых стоков за время работы очистных сооружений (138 дней) определен в  $450000 \text{ м}^3$ , и среднесуточный расход стоков, поступающих на очистные сооружения, составит:

$$450000 \text{ м}^3 : 138 \text{ сут.} = 3261 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Объем одновременно выдерживаемых стоков в секциях водорослевых прудов определим по уравнению,  $\text{м}^3$ :

$$V = Q_{\text{сут.}} \times T. \quad (3)$$

По результатам расчетов времени выдержки стоков в водорослевых и рачковых прудах выбраны глубины секций, обеспечивающие одинаковое время выдержки – 10 суток. В этом случае общий объем всех секций водорослевых и рачковых прудов составит:

$$3261 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 10 \text{ сут.} = 32610 \text{ м}^3.$$

Площадь зеркала прудов определим по уравнению,  $\text{м}^2$ :

$$F = V / h. \quad (4)$$

При выбранных глубинах прудов площадь их зеркала составит:

водорослевой пруд 1-й ступени –  $32610 \text{ м}^3 : 0,4 \text{ м} = 81525 \text{ м}^2$ ;

водорослевой пруд 2-й ступени –  $32610 \text{ м}^3 : 0,6 \text{ м} = 54350 \text{ м}^2$ ;

рачковый пруд –  $32610 \text{ м}^3 : 0,7 \text{ м} = 46585 \text{ м}^2$ .

Объем одной секции водорослевого пруда рекомендуется выбирать на суточный расход поступления стоков. Поэтому площадь зеркала одной секции пруда составит:  $F = 3261 / 0,4 = 8152 \text{ м}^2$  и количество секций водорослевых прудов  $N = 81525 : 8152 = 10$ .

Учитывая, что суточный расход стоков за время работы изменяется от 3000 до  $3350 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , произведен расчет площадей зеркала секций на эти расходы.

В результате выбраны следующие размеры секций биопрудов:

- водорослевый 1-й ступени –  $36 \times 230 \text{ м}$ ;
- водорослевый 2-й ступени –  $45 \times 124 \text{ м}$ ;
- рачковый –  $45 \times 106 \text{ м}$ .

Общая площадь прудов составит  $187440 \text{ м}^2$ , или  $18,74 \text{ га}$ .

Далее сточные воды из рачковых прудов направляются на ботанические площадки (биоинженерные сооружения с высшей водной растительностью). Принцип работы ботанических площадок основан не только на биохимических процессах окисления, но и на процессах фильтрования, поглощения органических и неорганических веществ, их минерализации, детоксикации, адсорбции, хемосорбции и др. Совокупность этих процессов, приводящих к восстановлению качества сбрасываемой сточной воды до уровня, регламентированного правилами спуска сточных вод в водоемы, обуславливается в значительной мере участием в них ВВР. Использование ВВР (макрофитов) вызвано их доступностью и повсеместным ростом (космополиты), дешевизной, простотой культивирования, способностью к фотосинтезу и регулированию различных сторон качества воды, например, продуцированию аминокислот, кислорода, поглощению углекислоты и др. В процессе метаболизма различные химические соединения инактивируются в растительных тканях, а затем вместе с наземной биомассой могут быть отчуждены. Особое место среди макрофитов, извлекающих различные вещества из сточных вод, занимают полупогруженные водные растения: рогоз, тростник обыкновенный, камыш озерный.

Динамика снижения БПК<sub>5</sub>, мг О<sub>2</sub>/л по звеньям технологической цепи очистки сточных вод

Пруд подготовленных стоков	Водорослевые пруды				Рачковые пруды		Биоплато	
	1-я ступень		2-я ступень					
	вход	выход	вход	выход	вход	выход	вход	выход
1650	1650	650	650	200	200	50	50	3

Макрофиты способствуют более равномерному распределению сточной жидкости по площади биоинженерного сооружения, при этом увеличивая продолжительность ее пребывания на сооружении.

Ботаническая площадка является простым, эффективным сооружением. Снижение БПК<sub>5</sub> (биохимическая потребность в кислороде в пятисуточной пробе) по звеньям цепи очистных сооружений приведено в таблице 2.

Затем очищенные сточные воды с очистных сооружений поступают через водосбросное сооружение на рельеф местности.

**Выводы**

Разработанные очистные сооружения являются надежным гарантом экологического благополучия окружающей среды и эффективным комплексом природо-

охранных мероприятий, сохраняющих на прежнем уровне потенциал природных ресурсов данной территории.

**Библиографический список**

1. Овцов Л.П. Подготовка бытовых, навозных и пометных стоков в биологических и рыбоводных прудах для орошения и оборотного технического водоснабжения / Л.П. Овцов, Е.И. Жирков. – М.: Минсельхоз РФ; ФГУП «НИИССВ «Прогресс», 2001. – 154 с.
2. Рекомендации по очистке и обеззараживанию сточных вод населенных пунктов и птицеводческих предприятий в биологических прудах. – М.: Минводхоз СССР; ВНИИССВ, 1987. – 27 с.
3. Винберг Г.Г. Биологические пруды в практике очистки сточных вод / Г.Г. Винберг. – Минск, 1966.



УДК 504.75.064:574

**З.Н. Замятина,  
Н.Н. Малкова**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРОЕКТОВ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду, экологическая экспертиза, экологический аудит.

В период перестройки экономико-политических отношений в Российской Федерации важным инструментом предупредительного контроля за планируемой хозяйственной деятельностью и рычагом