

УДК 628.543

Удаление патогенных микроорганизмов при очистке сточных вод

Е.А. ДЕНИСОВА, кандидат биолог. наук, старший научный сотрудник отдела технического регулирования, стандартизации и сертификации, В.В. СВЕТЛИЧКИН, доктор биолог. наук, зав. отделом технического регулирования, стандартизации и сертификации, ГНУ ВНИИНВСГЭ Россельхозакадемии, А.А. ДЕНИСОВ, доктор биолог. наук, профессор, заведующий отделом производственной санитарии и охраны окружающей среды, И.М. КАЛИСТРАТОВ, аспирант, М.В. ПЛОТНИКОВ, аспирант, ГНУ ВНИТИБП Россельхозакадемии

Показана динамика изменения патогенных микроорганизмов в зависимости от состава технологических схем очистки сточных вод и типа обеззараживания сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, обеззараживание, патогенные микроорганизмы.

Removal of pathogens in wastewater treatment

Е.А. DENISOVA, candidate of biological Sciences, senior researcher of the Department of technical regulation, standardization and certification, V. V. SVETLICHKIN, doctor of biological Sciences, head of Department of technical regulation, standardization and certification GNU VNIINVSGE RAAS, A.A. DENISOV, doctor of biological Sciences, Professor, head of the Department of industrial hygiene and environmental protection, I.M. KALISTRATOV, graduate, M.V. PLOTNIKOV, graduate, GNU VNITIBP RAAS

Shows the change of pathogens depending on the composition of technological schemes wastewater and wastewater disinfection type.

Key words: wastewater purification, disinfection, pathogens.

Работа интегрируется в области охраны окружающей среды, т.к. сбросы плохо очищенных и обработанных сточных вод в открытые природные водоисточники, которые содержат патогенные микроорганизмы, могут способствовать распространению эпидемий.

В интересах общественного здравоохранения сточные воды должны быть очищены, прежде чем вернуться в круговорот воды в природе. Сбрасываемые со станций очистки сточных вод очищенные стоки восстанавливают водный цикл и изменяют качество микробиологического состава таких водоприемников. Взаимоотношение такой ситуации можно обозначить синтезом трех аспектов: эффективность, стоимость и техническая осуществимость.

Для этого принимается прием классификации процесса очистки сточных вод двумя способами: путем сравнения снижения концентрации патогенных микроорганизмов, полученного путем обработки на каждой технологической схеме очистных сооружений в отдельности, а затем проведением комплексного сравнения обработки потоков сточных вод. Это позволяет получить предварительный отбор технологических схем очистки в зависимости от удовлетворительной степени очистки по предельным, заранее установленным значениям. Далее, проанализи-

ровав соотношение между качеством очистки сточных вод по микробиологическим показателям, полученным на каждой из этих технологических схем, прошедших предварительный отбор, определяется их финансовая и техническая осуществимость [1, 3, 5].

В современных условиях сточные воды должны быть очищены перед их возвращением в открытые природные водоисточники, где они восстанавливают водный цикл. Очищенные сточные воды должны соответствовать стандартам качества, установленными органами, ответственными за управление водными ресурсами.

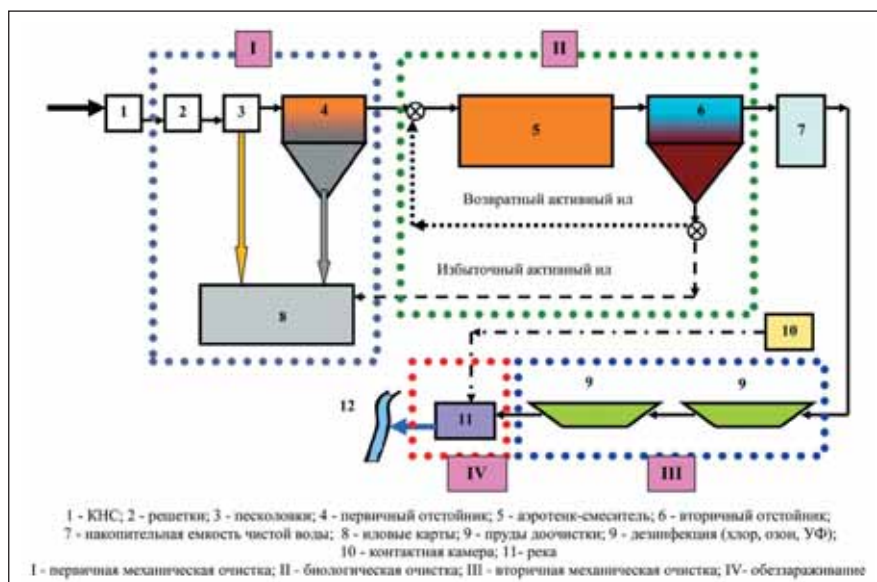


Рис. 1. Технологическая схема полной аэробной биологической очистки сточных вод

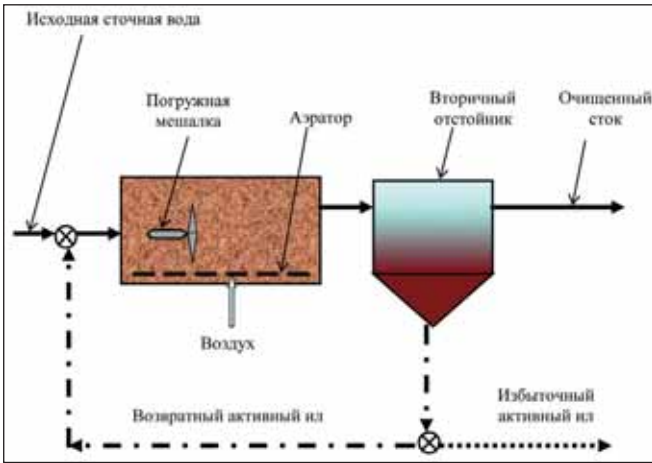


Рис. 2. Технологическая схема аэробной биологической очистки с активным илом (аэротенк)

По своей функции некоторые области природной среды требуют повышения микробиологического качества, поскольку они являются фактором распространения эпидемий [4, 6].

Системы очистки объединяют ряд блоков, функционирующих последовательно при обработке сточных вод (рис. 1, 2, 3). Каждый из этих блоков предназначен для извлечения на своем этапе очистки соответствующих загрязняющих веществ, содержащихся в воде. Эти блоки состоят из:

- первичной обработки (удаление взвешенных веществ),
- вторичной обработки (биологическая очистка в аэротенках и мембранных биореакторах МБР),
- третичной обработки (биологическая очистка микро- и макрофитами),
- четвертичной обработки, если необходимо (дезинфекция).

Предметом работы является анализ эффективности функционирования каждого этапа очистки промышленных и бытовых сточных вод для определения наиболее адекватного блока или системы очистки. Для этого рассматриваются результаты, достигнутые при ликвидации микроорганизмов на различных этапах очистки сточных вод: первичной обработки, вторичной и третичной. И наконец, изучается необходимость добавления четвертичного блока очистки на очистных сооружениях – обеззараживания (рис. 4).

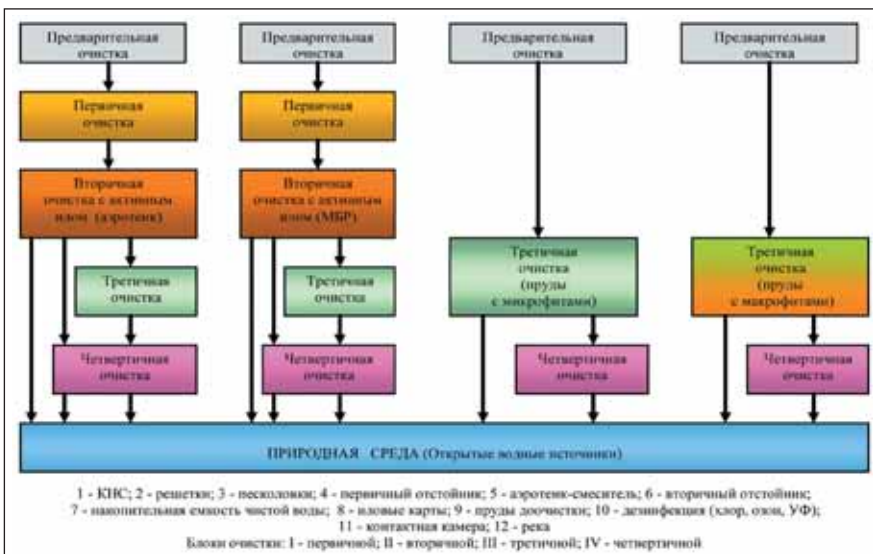


Рис. 4. Технологическая схема полной аэробной биологической очистки сточных вод с активным илом (аэротенк)

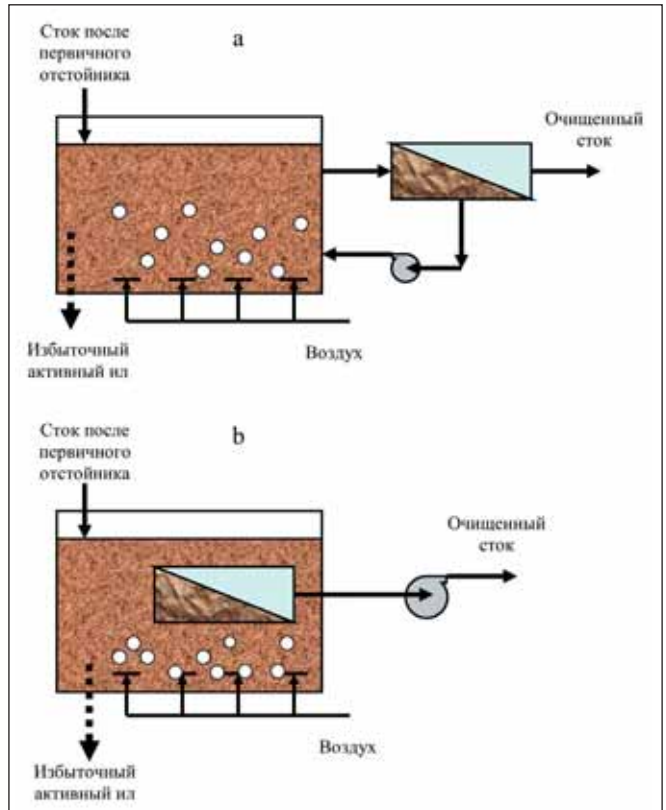


Рис. 3. Схемы систем с мембранами во внешнем контуре рециркуляционного потока (а) и с погружными мембранами (b)

Для того чтобы работа практически отвечала на конкретные вопросы, которые могут возникнуть у специалистов по управлению очисткой сточных вод, рассматриваются рекомендации сравнения качества предполагаемой системы.

Станции очистки сточных вод принимают различные потоки – такие, как сточные воды предприятий по откорму животных и перерабатывающей промышленности АПК, отвечающие требованиям сброса в систему канализации. Именно в этих водах содержится большинство микроорганизмов [2].

Традиционно используются микробы тестирования по общему количеству термоустойчивой группы кишечной палочки, а также иногда фекальные стрептококки.

Все группы кишечной палочки содержат несколько видов бактерий, обладающих особенностями свойств структуры и культуры при 35–37°C.

Все термоустойчивые группы кишечной палочки (также называемые фекальные колиподобные бактерии), которые имеют те же свойства, структуры и культуры бактерий кишечной палочки, но после инкубации при температуре 44°C. Это наиболее представительные кишечные бактерии желудочно-кишечного тракта человека или животного, которые являются относительно надежным показателем присутствия, выживания или резистентности к обработке. В подавляющем большинстве они представлены *Escherichia Coli* (в диапазоне 94–98%). Эта бактерия имеет значительное преимущество для конкретной среды обитания нормального кишечного тракта и не размножается в окружающей среде.

Таблица 1. Средние DMI патогенных микроорганизмов в сточных водах

Микроорганизмы	DMI
Бактерии	10 ² –10 ⁶
Простейшие	10–10 ²
Гельминты	1–10

Таблица 2. Эффективность различных видов очистки и обработки сточных вод по отношению к бактериям, вирусам, простейшим и гельминтам

	Колиформные фекальные бактерии	Простейшие	Гельминты
Первичная механическая очистка			
Эффективность	0 log	0 log	0 log
Вторичная биологическая очистка			
*Аэротенк			
Эффективность	1,8 log–2,1 log	0,8 log–1,8 log	0,8 log–1,9 log
На выходе	2 · 10 ⁵ КОЕ/100 мл	10–10 ² кист./100 мл	0
*Мембранный биореактор (МБР)			
Эффективность	2,5 log–7 log	Полное удаление	Полное удаление
На выходе	Низкие/не определен	0	0
Третичная экстенсивная очистка в биопрудах			
*Пруды с макрофитами			
Эффективность	1 log–3,2 log	0,6 log–2 log	
На выходе	10 ³ –2 · 10 ⁴ КОЕ/100 мл		
*Пруды с микрофитами			
Эффективность	2,1 log–3,9 log	Полное удаление	Полное удаление
На выходе	10 ⁵ КОЕ/100 мл	0	0
Четвертичная очистка обеззараживанием			
* УФ			
Эффективность	<10 ³ КОЕ/100 мл	Хорошее удаление	Хорошее удаление
На выходе			
* Озон			
Эффективность	Хорошее удаление	Хорошее удаление	Хорошее удаление
На выходе	Слабое		

Таблица 3. Эффективность различных технологических схем очистки сточных вод по колиформным фекальным бактериям

Технологическая схема	Эффективность
Предварительная очистка + Первичная очистка + Вторичная очистка с активным илом (аэротенк)+Третичная очистка	3,5–4,8 log
Предварительная очистка + Первичная очистка + Вторичная очистка с активным илом (мембранный биореактор МБР) + Третичная очистка	4,6–10 log
Предварительная очистка + Третичная экстенсивная очистка в пруду с макрофитами	1,2–3,3 log
Предварительная очистка + Третичная экстенсивная очистка в пруду с микрофитами	2,1–4,2 log

Фекальные стрептококки как показатели также используются вследствие их лучшего сопротивления в среде.

Однако иногда регистрируются вспышки заболеваний, передающиеся через воду, хотя превышение стандарта бактериальной загрязненности не регистрируется. Такие эпизоды вызываются патогенными микроорганизмами другой природы, не имеющими традиционных удовлетворительных показателей, в частности *Cryptosporidium*.

Для возбудителей инфекции, взаимоотношение доза-эффект уже описаны точными значениями, такими как минимальная инфекционная (отравляющая) доза (DMI). Она соответствует наименьшему количеству микроорганизмов, которые должны быть поглощены, чтобы

проявились симптомы болезни, по крайней мере, у небольшого количества людей. Доза (DMI) устанавливает связь между уровнем воздействия микроорганизмов и вероятностью развития летальных случаев.

Значения минимально инфекционных доз (DMI) для всех существующих микроорганизмов в большинстве случаев располагают порядком величин в зависимости от разных семейств патогенных микроорганизмов (табл. 1).

Эти данные показывают, что инфекционность простейших и гельминтов от 10 до 10 000 раз выше, чем бактерий.

Данные, представленные в табл. 2, показывают удаление микроорганизмов, а именно: бактерий, простейших и гельминтов в зависимости от вида очистки.

Интегральная оценка удаления колиформных фекальных бактерий в различных технологических схемах очистки сточных вод представлена в табл. 3.

Сравнительный анализ различных этапов обработки представлен в табл. 2, где рассматриваются этапы очистки отдельно друг от друга. Материалы, представленные в табл. 3, позволяют осуществить интегрированный анализ системы очистки путем суммирования эффективности удаления колиформных фекальных бактерий, осуществленных при последовательных этапах обработки на разных технологических схемах очистных сооружений.

Выводы

Комплексный анализ работы очистных сооружений, может способствовать достижению хороших результатов по удалению фекальных колиформных бактерий.

Результаты подтверждают выводы анализа, проведенного на отдельных этапах очистки: наиболее эффективной технологической схемой очистки является схема, включающая систему с мембранным биологическим реактором (МБР). По этой схеме в благоприятных условиях можно достигать КПД удаления фекальных колиформных бактерий порядка 9,1–9,50 log.

Литература

1. Баженов В.И., Стыхин В.В. Современное технологическое обеспечение очистки сточных вод животноводческих комплексов//Экология и промышленность России. 2009. №1. С. 24–28.
2. Баженов В.И., Эпов А.Н., Привин Д., Исаев О.Н. Определение качества исходных сточных вод при моделировании биологических процессов//Водные ресурсы и водопользование. Казахстан СУ Арнасы. 2008. №3 (50). С. 12–16.
3. Малышева А.А. Использование реакторов с восходящим потоком и фиксированным слоем биопленки для обработки предварительно осажденных сточных вод АПК//Ветеринария и кормление. 2012. № 2. С. 42–43.
4. Тюрин В.Г. Экологическое состояние и основные направления природоохранных мероприятий в животноводстве// Система ведения агропромышленного производства (вопросы теории и практика) М. Агро-Прогресс. 1999 г. С. 225–231.
5. Baumont et al, 2004; Baumont S, Camard JP, Lefranc A, Franconi A.//Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, France. 2004. 169 pp.
6. Ottoson et al., 2006 Ottoson J., Hansen A., Björleinius B., Norder H., Stenström TA.//Removal of viruses, parasitic protozoa and microbial indicators in conventional and membrane processes in a wastewater pilot plant. Water Research 2006; 40: 1449–1457.