

УДК 628.312:543:34

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА**Л.А. Альжанова
Доктор техн. наук А.С. Сейтказиев

Сделан анализ методов очистки сточных вод. В статье указаны многолетние данные о содержании аммонийного азота, нитритов и нитратов в составе сточных вод г. Тараз и методах их удаления.

В настоящее время проблемы обеспечения эффективной и надежной работы систем очистки сточных вод населенных пунктов и предприятий по-прежнему остаются в центре внимания многих стран, так как, несмотря на все меры и методы, применяемые для очистки сточных вод, загрязняющие вещества продолжают поступать в водные объекты.

Выбор методов очистки сточных вод для конкретных условий водохозяйственных объектов и научно-обоснованную технологическую оценку следует производить на базе знаний о кинетике процессов очистки и гидродинамике сооружений. Выбор оптимальных технологических схем очистки воды достаточно сложная задача, что обусловлено преимущественным многообразием находящихся в воде примесей и высоким требованиями, предъявленными к качеству очистки воды [5, 6].

Под очисткой сточных вод следует понимать, обработку сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Количество методов очистки стоков велико и многообразно, но в целом их можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические. Когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным [2].

В общем виде очистка сточных вод в каждом конкретном случае, в зависимости от требуемого конечного качества продукта, может предусматривать следующие виды обработки [7]:

- *предварительная очистка*: включает пропускание через сито (удаление крупных твердых частиц), удаление песка и т.д.;
- *первичная очистка* выполняется путем седиментации, процесс может ускоряться путем применения флокулянтов, в результате флокуля-

ции повышается выпадаемость твердых частиц, а также выпадаемость неосаждаемых взвешенных частиц;

– *вторичная очистка* с применением аэробных бактерий, обеспечивающих биологическое разрушение органических веществ, таким образом, осуществляется биологическое окисление взвешенного биологически разрушаемого органического вещества, растворенного в сточных водах;

– *очистка третьего уровня* применяется после первичной и вторичной в случае, когда в соответствии с требованиями качества, предъявляемого к очищенной воде, из нее должны удаляться питательные вещества;

– нитрификация, денитрификация, дефосфоризация: очистные процессы, в результате которых происходит превращение органического азота в нитраты, разложение нитратов с образованием газообразного азота, удаление из сточной воды растворимых солей фосфора;

– дезинфекция применяется, когда требуется обеспечить полную санитарно-гигиеническую безопасность сточной воды. Методика предусматривает использование реагентов (на основе хлора озонирование, обработка ультрафиолетовым облучением).

За последние несколько лет значительно возросло применение мембранных технологий, что объясняется развитием природоохранной деятельности, а также разработкой новых, и более доступных мембран [4]. Предполагается, что рост применения мембран будет продолжаться и в будущем.

В области совершенствования технологий ультрафильтрационной очистки, одной из самых перспективных и наиболее динамически развивающихся областей науки и техники является технология мембранного биореактора (МБР). МБР – комбинированный процесс, объединяющий биологическую очистку и мембранную фильтрацию (ультра- или микрофильтрацию). В технологии МБР мембраны используются в качестве фильтра, очищающего сточную воду от взвешенных веществ, органических загрязнений и активного ила [3]. Но применение мембранных технологий для очистки сточных вод различных отраслей является очень дорогостоящим процессом.

В настоящее время биологическая очистка сточных вод получила большое распространение при очистке хозяйственно-бытовых стоков. В системе биологической очистки сточных вод используется специальная биомасса, при помощи которой загрязнения преобразуются в водную, минеральную и газовую составляющие. Первоочередной задачей биологической очистки сточных вод, является снижение: БПК (биологический пока-

затель по кислороду), ХПК (химический показатель), нитритов, нитратов, аммонийных солей, фосфатов.

В составе городских сточных вод содержится большое количество биогенных элементов, в том числе соединений азота и фосфора. Биогенные элементы способствуют массовому развитию водорослей, в результате чего вода становится непригодной для хозяйственно-бытового использования. В табл. 1...3 представлены данные по содержанию аммонийного азота, нитритов и нитратов в сточных водах г. Тараза в период 2003...2009 гг.

Таблица 1
Содержание аммонийного азота в сточных водах г. Тараза, 2003...2009 гг.

| Год | Пункт отбора проб | Месяц | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2003 | № 1 | 16,4 | 10,4 | 12,4 | 14,8 | - | 18,6 | 21,2 | 11,6 | 16 | 18 | 18,4 | 15,2 |
| | № 2 | - | 2,4 | 13,6 | 1,2 | - | 11,6 | 4,8 | 4,0 | 12,8 | 10,6 | 3,2 | 7,6 |
| 2004 | № 1 | 6,8 | 16,4 | 17,6 | 16 | 22 | 19,6 | 16 | 18,4 | 13,2 | 18,45 | 18,4 | 18,0 |
| | № 2 | 0 | 15,6 | 12 | 11,6 | 2,8 | 0 | 8 | 4 | 4,8 | 11,1 | 5,2 | 14,8 |
| 2005 | № 1 | 17 | 17,2 | 15,2 | 19,2 | - | 15,4 | 14 | 17,2 | 16 | 9,6 | 17,2 | 18,4 |
| | № 2 | 10,8 | 12 | 5,2 | 6 | - | 8 | 5,2 | 7,2 | 11,2 | 8,8 | 8 | 17,2 |
| 2006 | № 1 | 12,4 | 18,4 | 16,8 | 12 | 19,2 | 17,2 | 20,8 | 21,2 | 18,4 | 18 | 18,4 | 20,8 |
| | № 2 | 13,6 | 12 | 2 | 10,8 | 16,8 | 12,6 | 8 | 3,2 | 15,6 | 14,4 | 6,4 | 10,8 |
| 2007 | № 1 | 18,8 | 18,8 | 21,2 | 16 | 20 | 18,8 | 17,2 | 6,8 | 20 | 16 | 16,4 | 16,0 |
| | № 2 | 8 | 6,4 | 12 | 12 | 14 | 14,4 | 4 | 4,4 | 6 | 9,2 | 13,6 | 18,8 |
| 2008 | № 1 | 19,2 | 18,4 | 20,8 | 16 | 17,2 | 16,6 | 19,2 | 20 | 20,8 | 20 | 18 | 18,0 |
| | № 2 | 15,2 | 6,8 | 10,4 | 10 | 10 | 10,4 | 12 | 11,2 | 10 | 6,4 | 10,8 | 10,0 |
| 2009 | № 1 | 19,6 | 20 | 20,8 | 20 | 18 | 18 | 20 | 17,8 | 18,2 | 18,6 | 18,8 | 17,6 |
| | № 2 | 15,6 | 10 | 10,4 | 10,8 | 15,6 | 10 | 12 | 12,5 | 10 | 8,8 | 7,6 | 9,2 |

Примечание: Точка №1 – вход на поля фильтрации; точка №2 – последняя карта полей фильтрации.

Таблица 2
Содержание нитритов в сточных водах г. Тараза, 2003...2009 гг.

| Год | Пункт отбора проб | Месяц | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2003 | № 1 | 0,15 | 0,35 | 0,65 | 0,3 | - | 0,8 | 1,85 | 0,55 | 0,45 | 1,06 | 0,94 | 0,25 |
| | № 2 | - | 0,5 | 1,1 | 2,05 | - | 1,4 | 2,7 | 0,15 | 0,55 | 0,95 | 1 | 0,75 |
| 2004 | № 1 | 0,4 | 0,025 | 0,2 | 0,35 | 0,35 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 1,15 | 0,4 | 0,7 | 0,3 |
| | № 2 | 0,9 | 0,8 | 0,95 | 1 | 0,93 | 1 | 0,7 | 1 | 1,05 | 0,23 | 1 | 0,5 |
| 2005 | № 1 | 0,2 | 0,75 | 0,45 | 0,8 | - | 0,4 | 0,5 | 0,75 | 0,7 | 0,38 | 0,9 | 0,1 |
| | № 2 | 0,4 | 0,55 | 1,8 | 0,5 | - | 3,1 | 0,05 | 1,9 | 0,45 | 0,63 | 1,25 | 0,2 |
| 2006 | № 1 | 0,4 | 0,4 | 0,05 | 0,65 | 0,2 | 0,275 | 1,44 | 0,95 | 0,5 | 0,65 | 1,6 | 1,8 |
| | № 2 | 0,6 | 0,8 | 0,95 | 1,1 | 1,25 | 0,85 | 1,25 | 0,85 | 0,95 | 1 | 0,75 | 0,8 |
| 2007 | № 1 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 0,1 | 1 | 0,1 | 0,15 | 0,1 | 0,4 | 0,35 | 0,25 | 0,2 |
| | № 2 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,2 | 0,45 | 1,1 | 0,375 | 1,4 | 1,35 | 1,25 | 0,1 | 0,275 |

| Год | Пункт отбора проб | Месяц | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2008 | № 1 | 0,45 | 0,85 | 0,95 | 1,85 | 1,85 | 0,65 | 0,55 | 0,55 | 1,5 | 1,85 | 1,4 | 0,85 |
| | № 2 | 0,85 | 0,85 | 1,45 | 1,4 | 1,5 | 0,95 | 0,75 | 1,2 | 1,05 | 1,2 | 1,25 | 1,5 |
| 2009 | № 1 | 0,17 | 1,15 | 0,95 | 1,5 | 1,2 | 0,5 | 1,45 | 1,5 | 1,85 | 1,65 | 1,96 | 0,55 |
| | № 2 | 0,85 | 0,95 | 1,45 | 1,4 | 1,25 | 1,65 | 1,15 | 1,55 | 0,85 | 1,3 | 1,3 | 1,9 |

Таблица 3

Содержание нитратов в сточных водах г. Тараза, 2003...2009 гг.

| Год | Пункт отбора проб | Месяц | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------|-------|-----|------|------|-----|-----|------|------|-------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2003 | № 1 | 2 | 0,1 | 0,42 | 0,3 | - | - | 0,8 | 1 | 0 | 18 | 1,1 | 0,75 |
| | № 2 | - | 7,6 | 12,6 | 11,9 | - | - | 8 | 1,2 | 0,025 | 0,2 | 0,5 | 1,15 |
| 2004 | № 1 | 1,4 | 1,8 | 1 | 1,2 | 1,3 | 2,9 | 5,6 | 4,2 | 1,5 | 2,35 | 2,1 | 2,8 |
| | № 2 | 11,4 | 1,1 | 1,65 | 1 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 7,6 | 10,5 | 2,25 | 4,2 | 12,4 |
| 2005 | № 1 | - | 4 | 9,8 | 2,15 | - | 14 | 5,4 | 1 | 5 | 1,3 | 6,2 | 0,5 |
| | № 2 | - | 4,2 | 12,5 | 9,6 | - | 4,8 | 1,5 | 2,4 | 6,2 | 3,7 | 8 | 1,5 |
| 2006 | № 1 | 7,3 | 0,4 | 1,5 | 0,3 | 1,6 | 0,3 | 10,1 | 10,5 | 1 | 2 | 10,8 | 11,6 |
| | № 2 | 12,2 | 6,6 | 6,2 | 1 | 1,7 | 0,2 | 12 | 11,8 | 2 | 2,3 | 6 | 5,3 |
| 2007 | № 1 | 10 | 7,5 | 0,4 | 5,3 | 6,7 | 6,1 | 0,1 | 3,8 | 2,7 | 0,8 | 3,7 | 2 |
| | № 2 | 4,4 | 3 | 6,6 | 2,2 | 7,5 | 7,2 | 0,01 | 2 | 3,8 | 6,9 | 5,6 | 3,1 |
| 2008 | № 1 | 3,1 | 2,4 | 8 | 5 | 5,4 | 4,2 | 3,6 | 7 | 9,65 | 8 | 5,1 | 6,9 |
| | № 2 | 3,9 | 1,6 | 2,9 | 1,4 | 2,3 | 5 | 1,6 | 3,2 | 5,3 | 2,3 | 3,7 | 3 |
| 2009 | № 1 | 5,1 | 5,2 | 8 | 3,6 | 4,6 | 5,3 | 5,5 | 6 | 5,2 | 6 | 6,7 | 9,2 |
| | № 2 | 3 | 4,9 | 2,9 | 9 | 2,8 | 1 | 2,1 | 2 | 1,1 | 1,8 | 1,6 | 4,5 |

Сточные воды г. Тараза отводятся на 12 карт первичных отстойников площадью 14 га, и далее на поля фильтрации площадью 197 га. Существующая очистка сточных вод города создает неблагоприятную санитарно-эпидемиологическую обстановку в регионе. Для улучшения экологической обстановки в районе города, необходимо строительство комплекса полной биологической очистки сточных вод. Учитывая химический состав городских сточных вод, климатические и гидрохимические условия, месторасположение очистных сооружений, можно прийти к выводу – местные условия располагают к строительству сооружений биологической очистки.

Метод биологической очистки основан на способности микробов использовать в процессе своей жизнедеятельности различные растворенные органические соединения и неокисленные минеральные соединения (например, сероводород, аммиак, нитриты), содержащиеся в сточных водах. Биологическая очистка сточных вод основана на жизнедеятельности микроорганизмов, прикрепленных к субстрату. Поступающие органические вещества в загрязненной воде последовательно минерализуются биоценозами микроорганиз-

мов. Последние, самостоятельно поддерживают динамический баланс по массе и качественному составу в соответствии с меняющимися параметрами стока. Станции биологической очистки сточных вод (бытовых и близких к ним по составу – производственных сточных вод) могут быть использованы и как локальные очистные сооружения и в технологической цепи системы очистки сточных вод [1]. Очистка сточных вод биологическим методом осуществляется в сооружениях с прикрепленной микрофлорой (биофильтры), со свободноплавающей микрофлорой (аэротенки) или со смешанной микрофлорой (аэротенки с насадкой, биотенки). Благодаря своей универсальности и эффективности в работе наибольшее распространение получили аэрационные сооружения типа аэротенков.

Таким образом, еще раз следует отметить, что одними из самых распространенных и трудно извлекаемых загрязнений городских и производственных стоков являются мелкодисперсные (коллоидные) и растворенные органические загрязнения. Физико-химические методы их извлечения и деструкции такие, как адсорбция, реагентная обработка, использование окислителей, экстракция и др., пока еще слишком дороги и малоприменимы для больших расходов сточных вод. Поэтому самым результативным вполне может являться биологический метод, так как биологическая очистка обеспечивает деструкцию сложных органических загрязнений, осуществляемую безреагентным путем в обычных физико-химических условиях и при минимальных затратах энергии. Биологический метод является экологически чистым, т.к. углерод органических соединений в результате деструкции окисляется до углекислоты и воды, азот – до нитритов и нитратов, а живые клетки аэробных бактерий не только безвредны, но часто полезны окружающей среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалева Н.Г., Ковалев В.Г. Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности – М.: Химия, 1987.
2. Очистка производственных сточных вод: учебное пособие для вузов / Под. ред. Яковлева С.В. – М.: Стройиздат, 1985.
3. Поляков А.М., Соловьев С.А., Видякин М.Н. Технология мембранного биореактора (МБР) для очистки природных и сточных вод [Ш] // Критические технологии. Мембраны. 2009. № 1.
4. Поляков А.М., Соловьев С.А., Видякин М.Н. Технология мембранного биореактора (МБР) для очистки природных и сточных вод [П] // Критические технологии. Мембраны. 2008. № 3.

5. Родионов А.И., Клушин В.П., Торочешник И.С. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов – М.: Химия, 1989.
6. Роев Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды – М.: Недра, 1993.
7. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов ЮВ. Очистка производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1985.

Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз

**АҚАБА СУЛАРДЫ АЗОТ ҚОСЫЛЫСТАРЫНАН ТАЗАРТУДЫҢ
ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІН ТАҢДАУ**

Л.А. Альжанова
Техн. ғылымд. докторы Ә.С. Сейітқазиев

Ақабә суларды тазарту әдістеріне талдау жасалды. Мақалада Тараз қаласында ақабә суларының құрамындағы аммония азоты, нитрит, нитрат және олардан тазарту әдістері туралы көп жылдық анықтамалар берілген.