

4. Плодовитость самок, показатели рождаемости, корреляционной связи между плодовитостью и размером самки были выше в 2007 г. и свидетельствовали о более благоприятных трофических условиях обитания артемии, чем в 2008 г.

#### Библиографический список

1. Соловов В.П. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов / В.П. Соловов, М.А. Подуровский, Т.Л. Ясюченя. – Барнаул, 2001. – 144 с.

2. Гиляров А.М. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных / А.М. Гиляров. – М.: Наука, 1987. – 188 с.

3. Иконников В.Ф. Зависимость световых условий в водоемах от содержания в воде хлорофилла и сестона / В.Ф. Иконников // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 1979. – 273 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-05-98019 и Интеграционного проекта СОРАН № 95.*



УДК 628.387.3

Н.И. Алешина,  
А.С. Алешин

## ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ АКТИВНОГО ИЛА НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ МИКРОРАЙОНА ЗАТОН Г. БАРНАУЛА

**Ключевые слова:** сточные воды, очистные сооружения, канализация, мембранный биореактор, биологическое потребление кислорода, активный ил, взвешенные вещества, биомасса, анаэробный биолиз, нитчатые бактерии, флокулирующие микроорганизмы, нитрификация.

#### Введение

Технологически грамотно организованная очистка малых населенных пунктов от нечистот является эффективным мероприятием по борьбе с кишечными инфекциями и инвазиями. Для небольших населенных пунктов очистные сооружения канализации должны быть просты в устройстве, надежны в эксплуатации, экономичны и высокоэффективны. Такими сооружениями на сегодняшний день являются установки с использованием технологии мембранного биореактора (МБР). Технология мембранного биореактора была разработана в конце 80-х годов XX в. [1]. В настоящее время ее используют для очистки сточных вод различного состава – от стоков пищевых производств с биологическим потреблением кислорода (БПК)

до 18000 мг O<sub>2</sub>/л и промышленных сточных вод (БПК<sub>полн</sub> = 5000 ч 1000 мг O<sub>2</sub>/л) до хозяйственно-бытовых сточных вод с БПК<sub>полн</sub> = 200 ч 600 мг O<sub>2</sub>/л. Эта технология позволяет снизить содержание взвешенных веществ, БПК, нефтепродуктов и других загрязнений до уровня допустимых значений и при этом сократить площади под очистные сооружения и количество образующегося избыточного активного ила. Также технология МБР открывает перед пользователями перспективы повторного использования очищенной воды после ее дополнительной обработки на установках обратного осмоса [2].

#### Материал исследований

В микрорайоне Затон г. Барнаула в настоящее время используется вывозная система очистки сточных вод. Однако удаление жидких отходов при помощи вывозной системы не может обеспечить нормальные санитарные условия. Экономически обосновано, что удаление стоков при вывозной системе стоит примерно в 10 раз дороже, чем строительство, эксплуатация и очистка сточной жидкости на местных очистных сооружениях. В на-

стоящее время выполнен проект очистных канализационных сооружений микрорайона Затон. В нём использована технология погружных ультрафильтрационных мембран.

МБР с погружными мембранами представляет погруженные в эрлифтный биореактор мембранные капилляры, через которые сточная жидкость фильтруется под слабым вакуумом. Погружная технология адаптирована к составу поступающих сточных вод и является распространенной в практике очистки бытовых и промышленных сточных вод. В МБР с погружными мембранами воду откачивают из биореактора через мембраны с помощью насоса, а активный ил остается в баке. Прошедшая через мембраны сточная вода (пермеат) практически не содержит взвешенных веществ и бактерий, так как мембрана является абсолютным барьером для частиц размером большим, чем поры мембраны. После этого пермеат (очищенная вода) поступает на ультрафиолетовое обеззараживание и сбрасывается в водный объект.

В мембранных биореакторах может быть достигнута существенно большая концентрация активного ила и, соответственно, более высокие степени очистки. Однако и в МБР существуют свои ограничения. Так, при очень высокой концентрации активного ила увеличивается вероятность зарастания мембран, что приводит к блокировке пор и, как следствие, к уменьшению производительности системы. Поэтому обычно концентрация активного ила в МБР составляет 10000÷15000 мг/л, в отдельных случаях достигая 20000 мг/л.

Время пребывания сточной воды в системе с МБР составляет до 20 ч. Это позволяет значительно сглаживать влияние неравномерности поступления загрязнений. Средний возраст ила, т.е. время, которое биомасса проводит в биореакторе, или время пребывания ила, обычно составляет 15 ч 45 дней. Высокие значения возраста ила и его концентрация в процессах с МБР, а также небольшое время пребывания сточной воды позволяют снизить количество образующегося избыточного активного ила. В таких очистных сооружениях возможно увеличение производительности в 1,5-2 раза и выше без увеличения площадей. Использование МБР позволяет получать очищенную воду самых высоких стандартов, удовлетворяющую всем природоохранным нормативам,

а также сократить расходы на строительство и эксплуатацию очистных сооружений.

Для восстановления свойств мембранных элементов 1 раз в 2-3 месяца проводится промывка с применением минимальных расходов реагентов (гипохлорита натрия и лимонной кислоты).

Основной причиной, нарушающей нормальную работу очистной станции, может являться весенний паводок, если сооружения в целом или отдельные элементы их будут находиться в заливаемой весенними водами зоне. При малых расходах сточных вод поступающих на очистные сооружения во время паводка, необходимо предпринимать меры по жизнеобеспечению активного ила. В связи с этим для поддержания технологического процесса очистки необходимо запроектировать подачу сточных вод из выгребов средней школы № 6 в приемный резервуар-усреднитель очистных сооружений по канализационной сети  $D = 200$  мм.

### Результаты исследования

Выявлено, что при очень малых нагрузках сточных вод активный ил, без ущерба для его работоспособности, может находиться в состоянии анаэробноста (состояние микроорганизмов, при котором жизненные процессы резко замедляются, что способствует выживанию их в неблагоприятных условиях), и, более того, указанное состояние предотвращает развитие в нем нитчатых форм бактерий, которые могут вызвать нитчатое вспухание активного ила. В условиях прерывистого режима питания нагрузка органического субстрата на активный ил подается периодически. Непосредственно после подачи нагрузки микроорганизмы будут находиться в условиях высокой концентрации органического субстрата в окружающей водной среде. При этом происходит интенсивное усвоение субстрата микроорганизмами до полного его поглощения. Далее, до следующей подачи нагрузки микроорганизмы находятся без субстрата в окружающей водной среде. При таком режиме полный цикл питания микроорганизмов состоит из двух фаз: высокой концентрации (фазы интенсивного питания) и отсутствия субстрата (фазы голодания – регенерация). В условиях высокой концентрации органического субстрата в окружающей водной среде (в фазе интенсивного питания) идет накопление органического субстрата и промежуточных продуктов метаболизма

(превращение определенных веществ внутри клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов) в клетках микроорганизмов, и создаются резервные запасы продуктов питания. Далее, в условиях отсутствия субстрата в окружающей водной среде (в фазе голодания) микроорганизмы потребляют субстрат и продукты промежуточного метаболизма, накопленные в фазе интенсивного питания. В таких условиях проявляется преимущество флокулирующих микроорганизмов, обладающих более высокой способностью накопления и сохранения резервных запасов питания. Такие микроорганизмы имеют преимущественные возможности выживания в фазе голодания. По этим причинам в условиях прерывистой подачи нагрузки субстрата на активный ил происходят преобладающий рост и накопление (селекция) флокулирующих микроорганизмов, а нитчатые микроорганизмы гибнут. Для этого фаза отсутствия субстрата (фаза голодания – регенерация) должна быть достаточно продолжительной. Это необходимо для того, чтобы были полностью израсходованы резервные запасы питания в клетках микроорганизмов и восстановлена способность клеток к усвоению субстрата в

фазе интенсивного питания в следующем цикле подачи нагрузки на активный ил [3].

#### Выводы

Прерывистый режим питания микроорганизмов активного ила осуществляется в аэробном (оксидном) реакторе (зона нитрификации). Прерывистый режим питания способствует селекции флокулирующих микроорганизмов и формированию активного ила, обладающего хорошей осаждаемостью, что способствует качественной очистке сточных вод.

#### Библиографический список

1. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1996. – 591 с.
2. Хенце М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван; пер. с англ. – М.: Мир, 2006. – 480 с.
3. Денисов А.А. Повышение эффективности и надежности биологической очистки сточных вод / А.А. Денисов // ВАСХНИЛ. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1989. – 45 с.



УДК 591.525:597.553

Е.В. Спирина

### МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ *RANA RIDIBUNDA* PALL. ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**Ключевые слова:** морфофизиологические адаптации, токсическая нагрузка, защитные функции, загрязнение, «энергетическая плата», антропогенные факторы, средовой стресс, популяция, онтогенез.

#### Введение

В соответствии с концепцией С.С. Шварца, любое изменение условий жизни животных прямо или косвенно связано с изменением энергетического ба-

ланса, что неизбежно приводит к соответствующим морфофункциональным сдвигам (увеличению относительных размеров сердца и почек, повышению концентрации гемоглобина в крови и др.) [1]. При изменениях в образе жизни или в любых экстремальных условиях животные несут большие энергетические затраты. Закономерности подобного характера выражены столь отчетливо, что они возводятся в ранг «законов». Способность повышать энергетический обмен для выживания в