

ИССЛЕДОВАНИЕ биологической ОЧИСТКИ **СТОЧНЫХ ВОД** С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ **БИОПРЕПАРАТОВ**

На основе результатов экспериментальных и производственных исследований выявлены особенности очистки сточных вод в аэротенках с применением биопрепаратов.

Введение

Процессы очистки природных и сточных вод (**СВ**) связаны с физико-химическими и микробиологическими превращениями загрязнений.

Существует две основные технологии биологической очистки вод — с использованием естественных или искусственно созданных условий. В естественных условиях процессы разрушения органических веществ протекают в почве и в водоёмах. При этом в почве преобладают микроаэрофильные и анаэробные процессы, а в водоёмах — аэробные и анаэробные. Если количество органических веществ в СВ относительно невелико, то почва и водоёмы обеспечивают их биологическое окисление (самоочищение). Когда же содержание органических веществ превышает допустимые нормы, то процессы окисления начинают угнетаться,

В.Ю. Борисова*,
аспирант, ФГБОУ
ВПО Южно-
Российский госу-
дарственный техни-
ческий университет

**Н.С. Серпо-
крылов,**
доктор техниче-
ских наук, про-
фессор кафедры
«Инженерная эко-
логия и защита
окружающей сре-
ды», ФГБОУ ВПО
Южно-Российский
государственный
технический универ-
ситет

что приводит к загниванию почвы и/или водоёмов. Повысить эффективность биологического окисления загрязнений СВ можно созданием условий, интенсифицирующих жизнедеятельность биоценозов.

Очистка СВ в искусственных условиях также используется по отдельности или в сочетании с аэробным и анаэробным процессом. На отечественном рынке малых очистных сооружений в основном применяются аэрационные биологические очистные сооружения (аэротенки) и септики различных модификаций и комбинаций. Искусственные условия для биодegradации загрязнений привлекательны тем, что позволяют ускорить процесс очистки, сократить занимаемые площади и выделение дурнопахнущих веществ в атмосферу, а высокая степень автоматизации очистных сооружений упрощает их эксплуатацию. Знание механизма биодеструкции загрязнений позволяет технологически обеспечивать оптимальные условия жизнедеятельности организмов активного ила и, тем самым, повысить эффективность процесса очистки.

Адрес для корреспонденции: vita-borisova@yandex.ru



Рис. 1. Микроорганизмы активного ила в модельных аэротенках.



Рис. 2. Микроорганизмы активного ила аэротенка-нитрификатора.

Материалы и методы исследования

Как известно, основным очищающим элементом аэротенков является активный ил — трофически обусловленное сообщество из бактерий и микроскопических животных [1]. Микроорганизмы, формирующие активный ил, представляют собой гетерогенную массу, в которой встречаются сапрофиты, а также в небольшом количестве водоросли, грибки, простейшие и иногда даже нематоды и коловратки. Именно микроорганизмы непосредственно способствуют очистке СВ, формированию и ста-

Е.В. Скибина,
соискатель, ФГБОУ
ВПО Южно-
Российский госу-
дарственный техни-
ческий университет

билизации активного ила. В зависимости от химического состава СВ происходит доминирование одних видов бактерий над другими. Например, относительно высокие концентрации белков в СВ вызывают рост бактерий *Alcaligenes*, *Flavobacterium* и *Bacillus*, в то время как высокое содержание углеводов способствует росту бактерий *Pseudomonas*; высокое содержание растворенного кислорода и низкое органических веществ улучшает рост колоний *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*.

Все эти живые существа бурно развиваются в аэротенках, чему способствуют органические и биогенные вещества СВ и кислород, поступающий при аэрации. Вся эта масса самоорганизуется в колонии-хлопья. Инфузории, жгутиковые, амёбы, коловратки и другие мельчайшие животные, используя бактерии, неслипаясь в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила (рис. 1, 2). Параллельно могут происходить процессы нитрификации и денитрификации.

Как показывает практика, зачастую на вводимых в эксплуатацию очистных сооружениях, особенно малой производительности, либо уже функционирующих, не всегда есть возможность использовать сформировавшийся активный ил для пуска биореакторов, либо в сбрасываемых на очистку СВ отсутствуют биогенные вещества, необходимые для окислительных процессов биомассы. В этих условиях рекомендуется применение бактериально-ферментных препаратов [5].

Для выяснения влияния типа и управляемых воздействий на процесс очистки в лабораторных условиях в модельные установки был загружен активный ил с городских очистных сооружений. Одна серия опытов проходила в моделях с аэрацией — по типу аэротенков, другая, без подачи кислорода — по типу биореакторов. Согласно рекомендациям [2-4], в модели подавали питание, соответствующее соотношению $BPK_{полн} : N : P = 100 : 5 : 1$.

В соответствии с целью исследований — изучение влияния биопрепаратов и физико-химических воздействий на окислительно-восстановительные процессы — изучали 8 вариантов культивирования биомассы (табл. 1). При этом рассматривались варианты воздействия биопрепаратов на жизнедеятельность активного ила каждого в отдельности и при их смешении в определённых пропорциях.

В каждую модель (кроме 8 — контрольная модель) были добавлены препараты Би-

Таблица 1

Описание моделей сооружений*

№п/п	Описание	pH	T, °C	Eh, мВ
1	Модель с препаратом Би-ХЕМ Цесклин	8	23	180
2	Модель с препаратом Bacti-Bio 9500	8	23	60
3	Модель со смесью препаратов (Би-ХЕМ Цесклин + Bacti-Bio 9500)	8	23,5	70
4	С прикреплёнными магнитами по периметру модели сооружения, смесь препаратов	8	23	-30
5	С прикреплённой узкой магнитной лентой по периметру модели сооружения, смесь препаратов	8	23,5	-30
6	С прикреплённой широкой магнитной лентой по периметру модели сооружения, смесь препаратов	8,5	25	170
7	С прикреплёнными светодиодами по периметру модели сооружения, смесь препаратов	8	23,9	-10
8	Контрольная модель без добавок	8	23,5	200

*в таблице приведены усреднённые значения показателей за 14 сут наблюдений

ХЕМ Цесклин и Bacti-Bio 9500 или их смесь (табл. 1). Главное отличие этих препаратов в том, что Би-ХЕМ Цесклин содержит только смесь бактерий — активных продуцентов различных ферментов (амилаз, протеаз, целлюлаз), которые могут обеспечить быстрое образование эффективной биомассы для разложения органических загрязнений. В составе препарата Bacti-Bio 9500 имеются уже готовые ферменты, ПАВ и высокоактивные микроорганизмы, способные разлагать углеводороды, жиры, белки и угле-

воды (в том числе крахмал и целлюлозу). Согласно [5], для разрушения различных сложных биологических материалов бактерии, вырабатывают ферменты, разлагающие крупные молекулы на простые. Далее эти соединения поступают внутрь клетки бактерии, где и завершается процесс разложения.

Контроль эмиссии газов от модельных реакторов показал, что при аэробном окислении происходит выделение оксида углерода CO₂, по количеству которого можно судить о потреблении кислорода активным илом и, соответственно, о степени деструкции загрязнений, т.е. окислительной способности активного ила (рис. 3).

Воздух, подаваемый в модели аэротенков, является не только источником кислорода, но и необходим для перемешивания микробной суспензии.

Следует отметить, что бактерии, входящие в состав биопрепаратов, по своему происхождению относятся к факультативно аэробным микроорганизмам, т.е. могут работать в условиях низкой концентрации растворённого кислорода. Исследованиями установлено, что деструкцию загрязняющих веществ можно проводить без постоянной подачи кислорода, но в присутствии освещения (рис. 4). Перемешивание биомассы осуществлялось механически, с периодичностью 3 ч.

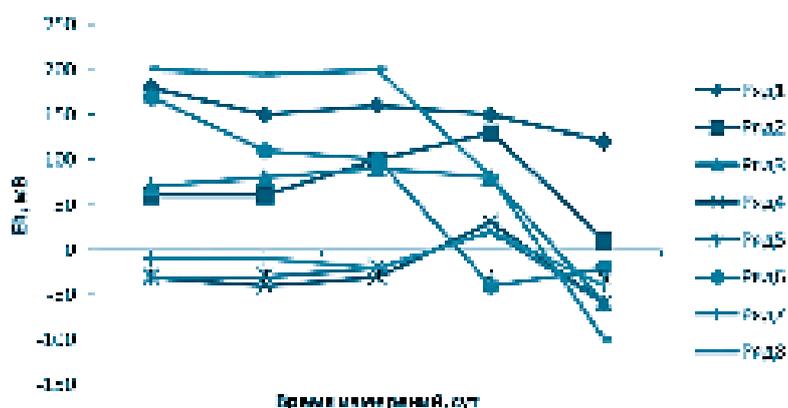


Рис. 3. Сравнительный график окислительно-восстановительного потенциала лабораторных моделей по типу аэротенков (с подачей кислорода воздуха) 1-8 (ряды 1-8).

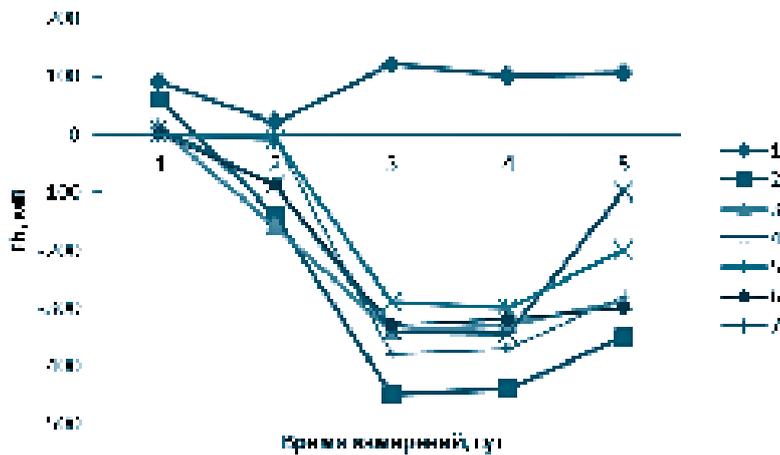


Рис.4. Сравнительный график окислительно-восстановительного потенциала лабораторных моделей по типу биореакторов (без подачи кислорода воздуха) 1-7 (ряды 1-7).

Из анализа графиков (рис. 3, 4) следует, что биопрепараты, предназначенные для нитрификации и для денитрификации, работают в аэробных условиях и могут применяться как в жидкой среде, так и в осадках, возникающих, соответственно, в отстойниках или модифицированных узлах очистных сооружений, в среднем в зоне высоких значений

окислительно-восстановительного потенциала при аэробном режиме. При постоянном освещении и без подачи кислорода воздуха идёт процесс денитрификации, о чём свидетельствуют отрицательные величины окислительно-восстановительного потенциала.

Далее исследования по дозированию биопрепаратов проводились на опытно-промышленной установке локальных очистных сооружений (ЛОС) ТРЦ «МегаМаг», г. Ростов-на-Дону (рис. 5). Использовали *Vasti – Bio 9500*, поскольку в его состав входят и ферменты, и штаммы бактерий, которые благодаря совместному действию эффективно работают.

В состав ЛОС входят: устройство фильтрующее самоочищающееся, аэротенк-нитрификатор, вторичный отстойник, безнапорный фильтр, установка обеззараживания воды ультрафиолетом, коагулянтное хозяйство. Вводили разные дозы ферментного препарата по результатам измерения содержания нитратов и нитритов, проведенного в лаборатории, для стабилизации процессов денитрификации на очистных сооружениях, при этом велись замеры pH и концентрации кислорода O_2 (мг/л) в различных контрольных точках ЛОС (№1-13: 1, 2, 3 – усреднитель-денитрификатор (начало, середина,



Рис. 5. Локальные очистные сооружения ТРЦ «Мегамаг».

Таблица 2

Показатели работы ЛОС

№ точки	pH	Концентрация O ₂
1	8	0,2
2	8	0,6
3	8	0,3
4	7,5	6,1
5	7,5	6,4
6	7	6,4
7	7	6,3
8	7	2,3
9	6	4,3
10	6	4,3
11	6	6,2
12	6	7,1
13	6	7,45

конец сооружения); 4, 5, 6, 7 – 1-й, 2-й, 3-й, 4-й коридоры аэротенка, 8- предотстойная зона; 9, 10 – вертикальный отстойник; 11, 12 – коридоры блока биологической доочистки; 13 – кассета с шунгитом) (табл. 2).

Как и в лабораторных исследованиях, в опытно-промышленных испытаниях было подтверждено, что для успешного протекания процесса денитрификации может быть достаточно соблюдение трех условий: наличие нитратов, бедная кислородом среда и наличие органических углеродсодержащих веществ. Углерод используется бактериями как основное питательное средство, в то время как потребность в кислороде удовлетворяется за счет нитрата. Четвертое

условие (рис.6) – это достаточно низкий окислительно-восстановительный (редокс) потенциал Eh, мВ [6].

Заключение

Установлено, что для интенсификации процессов деструкции органических загрязнений можно применять биопрепараты на основе бактерий и ферментов, работающих в условиях низких значений концентрации растворённого кислорода и окислительно-восстановительного потенциала за счёт потребления нитратов.

Экспериментально подтверждено, что микроорганизмы являются эффективным индикатором определения качества ила при биологической очистке сточных вод.

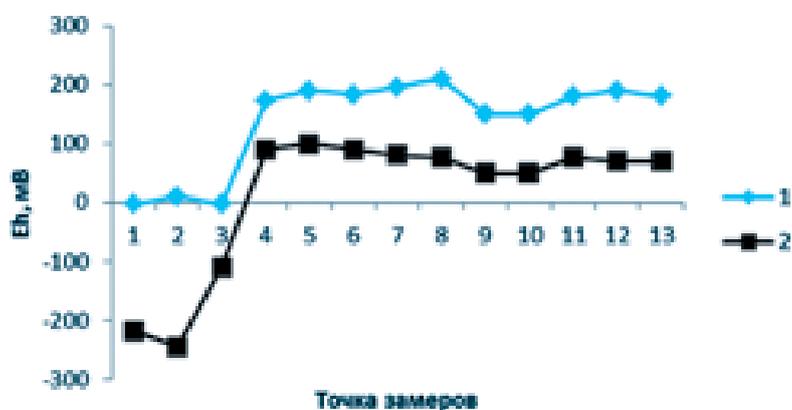


Рис. 6. Показатели ОВП на ЛОС. Ряд 1 – первый временной отрезок замеров; ряд 2 – второй временной отрезок замеров.



Показано, что для контроля процесса можно применять не только методы микроскопирования, требующие затрат времени и задержку в принятии технологических решений, но и достаточно проводить анализ окислительных свойств сообщества, измеряя окислительно-восстановительный потенциал.

Литература:

1. Фауна аэротенков (Атлас). Л.: Наука, 1984. 264 с.
2. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, 2003. 512 с.
3. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
4. МУ 2.1.5.732-99. Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением: метод. указ. / Минздрав России. М., 1999.
5. Инструкция по применению биопрепаратов. Режим доступа: <http://www.doskabis.ru>.
6. Грановский Е. А. Денитрификация и нитратные фильтры [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.malawi.cichlids.ru>.

V.Yu. Borisova, N.S. Serpokrillov, E.V. Skibina

INVESTIGATION OF BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTE WATER USING BIOLOGICAL PRODUCTS

Particularities of waste water treatment in aerotanks with biological products were revealed basing on results of experiments and on-the-farm researches.

Key words: activated sludge, model aerotanks, redox potential, biological products