

## Разработка биологического метода детоксикации промышленных сточных вод

*Гончарова Анастасия Александровна*

*E-mail: anasta.novoselova@yandex.ru*

Одной из главных проблем современности является загрязнение воды рек и водоемов сточными водами промышленных предприятий. Сточные воды, содержащие загрязняющие вещества, негативно влияют на состояние водоемов. В практике детоксикации сточных вод химических производств широкое распространение получил метод биологической очистки, основанный на исключительной способности гетеротрофных микроорганизмов использовать в качестве источников питательных веществ и энергии разнообразные органические и некоторые неорганические соединения.

Цель исследований - разработка эффективного и экономически выгодного биологического способа очистки сточных вод с использованием естественных ассоциаций микроорганизмов, иммобилизованных на растительных остатках.

Объектом исследования являются микроорганизмы активного ила производственных очистных сооружений. Образцы активного ила были проанализированы микробиологическими методами. Выделение и идентификацию микроорганизмов проводили по общепринятым тестам. Выращивание микроорганизмов проводили на жидких и агаризованных средах. Способность микроорганизмов расщеплять фенольные соединения определяли на селективных средах, где в качестве единственного источника углерода и энергии добавляли 0,1

Разрабатываемый метод основан на использовании живых объектов, присутствующих в естественных, уже сложившихся биоценозах, для очистки сточных вод путем направленного управления этими объектами, стимуляции их жизнедеятельности. Это позволяет вписываться в природные процессы, не нарушая естественные круговороты веществ, не внося в среду новые для нее объекты, как, например, в случае с генномодифицированными организмами, поведение которых в окружающей среде недостаточно изучено и может представлять опасность. Нами использован прием биостимуляции *in situ* (биостимуляция в месте загрязнения). Этот подход основан на стимулировании роста природных биоценозов микроорганизмов, естественно сложившихся в загрязненных экосистемах и потенциально способных утилизировать загрязнитель путем создания оптимальных условий для интенсификации (внесение соединений азота, фосфора, калия, аэрация и др.). В разработанном способе создаются условия для адаптации естественных ассоциаций микроорганизмов-деструкторов для очистки промышленных стоков. Одним из эффективных приемов стимуляции микроорганизмов для очистки сточных вод, является их иммобилизация на различных носителях. Иммобилизованные клетки обладают рядом преимуществ по сравнению с системами свободно суспендированных клеток. В данной работе развитие естественных ассоциаций микроорганизмов стимулировали использованием в качестве иммобилизаторов питательных и энергетических целлюлозных субстратов (опилок и соломенной резки) с добавлением минерального азота и фосфора. Солома злаковых культур и древесные опилки относятся к массовым отходам сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности. Солома и опилки содержат азот, фосфор, калий, углерод и форме органических соединений. Характеризуются высоким содержанием безазотистых веществ (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина) и низким содержанием азота и минеральных элементов. При деградации растительных остатков сначала разлагаются углеводы, гемицеллюлоза, белковые соединения, а затем целлюлоза и лигнин. Указанные растительные биополимеры смягчают

экстремальные условия высоких концентраций загрязняющих веществ, позволяет микроорганизмам адаптироваться к токсичным для них концентрациям веществ. Эксперименты проводили со сточной водой ПАО "Кокс" поступающей на сооружения биохимической очистки после усреднителя. Усреднитель представляет собой три параллельно идущие емкости (желоба), в которые поступает вода после физико-механической очистки от смол и масел методами отстаивания и флотации, также туда поступает возврат очищенной воды со второй стадии биологической очистки, где преимущественно идет биоразложение роданидов (около 10

На этапе исследования иммобилизаторов проведен выбор субстратов для закрепления микроорганизмов, изучено влияние различных адсорбентов на жизнеспособность иммобилизованных микроорганизмов, проведена оценка эффективности очистки воды от загрязняющих веществ с использованием иммобилизованной микрофлоры. В качестве носителей в исследованиях использовали древесные опилки, солому, активированный уголь фильтр-патрона к бытовому фильтру, полиуретан (поролон). Адсорбент предварительно промывали водой и стерилизовали при 1 атм. в течение 30 мин. Численность микроорганизмов, иммобилизованных на растительных адсорбентах, с течением времени увеличивается, тогда как применение активированного угля и полиуретана такого результата не дает. Микроорганизмы используют растительные остатки в качестве питательного субстрата. Определена динамика концентрации фенола в экспериментах с различными типами иммобилизаторов. Снижение концентрации фенола идет во всех вариантах. Однако, в эксперименте с растительными иммобилизаторами снижение происходит быстрее. Так, в эксперименте с соломой на 5 сутки концентрация фенола составила 2

Следующим этапом была разработка и сборка лабораторной установки. При разработке модельной установки за основу взят тип реактора с неподвижной биопленкой. В этом случае биомасса микроорганизмов растет на поверхности насадки. Насадка должна иметь высокую удельную поверхность для увеличения площади, пригодной для роста микроорганизмов, и большую пористость, способствующую прохождению воздуха и жидкости. Входной поток сточной жидкости, прошедшей предварительное отстаивание, вводится с помощью распределительного устройства. Для повышения производительности системы очистки нами выбран режим рециркуляции. Рециркуляция включает разбавление входных стоков выходными стоками. При этом коэффициент рециркуляции был постоянным и составил 1:1. Для сборки установки были выбраны пластиковые емкости объемом 10 л. Каждая емкость закрывается крышкой для уменьшения испарения воды и устранения запаха. Установка находится на специальном стенде в виде каскада емкостей на разных уровнях, что позволяет жидкости стекать из одной емкости в другую через трубопроводы с помощью регулирующих устройств (кранов). В ходе эксперимента параллельно с микробиологическими исследованиями определяли концентрации фенола в сточной воде, и показатель ХПК (химическое потребление кислорода), который свидетельствует об общем содержании органических примесей в воде, а также аммиак общий. Пробы воды для определения фенола, ХПК, аммиака общего брали с помощью пробоотборника, которым снабжен бак для приема воды после биологической очистки. Отмечаем увеличение численности микроорганизмов в процессе очистки стоков.

На втором этапе исследований оценили возможность применения иммобилизатора с микрофлорой повторно. По окончании процесса очищенная сточная вода сливалась из установки, а в установку загружалась очередная порция исходной сточной воды и осуществлялся следующий цикл процесса очистки без замены адсорбента с иммобилизованными микроорганизмами. Степень очистки от фенола на 3 сутки составила 99

Таким образом, при очистке сточных вод от органических веществ в качестве иммобилизаторов перспективно использование отходов сельского хозяйства и деревообработки

вающей промышленности. Растительные биополимеры смягчают экстремальные условия высоких концентраций фенола и других загрязняющих веществ, так как являются доступным источником питания и энергетическим субстратом для микроорганизмов, что позволяет им адаптироваться к ксенобиотикам. Проведенные исследования, приближенные к производственным условиям, показали эффективность очистки промышленных стоков от органических веществ с использованием экспериментальной установки и микроорганизмов, иммобилизованных на растительных материалах. Реализация разрабатываемого способа возможна на предприятиях химической промышленности. Применение биотехнологий значительно дешевле традиционных методов, при этом утилизацию загрязнителей можно произвести без накопления токсичных веществ, т.к. конечные продукты жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов — простые соединения, в частности углекислый газ и вода.