

ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

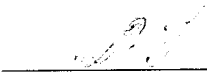
МАГИСТРАТУРА

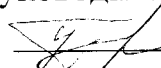
Кафедра «Прикладная биотехнология»

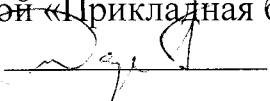
Магистерская диссертация

**ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ДОННОГО ИЛА
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА ПАВЛОДАРА**

6N0701 «Биотехнология»

Исполнитель  М.А. Чалая

Научный руководитель
Канд. вет. наук, доцент  Т.И. Урюмцева

Допущена к защите:
Зав.кафедрой «Прикладная биотехнология»
Профессор  М.С.Омаров

Павлодар, 2008

Содержание

Введение.....	5
1 Обзор литературы.....	7
1.1 Экологическая ситуация и роль биотехнологии в ее улучшении.....	7
1.2 Методы очистки сточных вод.....	7
1.2.1 Механические и физико – химические методы.....	8
1.2.2 Биологические методы.....	11
1.2.2.1 Аэробные методы очистки сточных вод.....	16
1.2.2.2 Анаэробные методы очистки сточных вод.....	19
2 Собственные исследования.....	22
2.1 Характеристика предприятия.....	26
2.2 Характеристика лаборатории.....	28
2.3 Гидробиологический анализ активного ила.....	28
2.3.1 Материалы и методы.....	29
2.3.2 Результаты исследования.....	31
3 Выводы и предложения.....	35
Список используемой литературы.....	37

Нормативные ссылки

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные

ГОСТ 1770 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки.

ГОСТ 12.1.019 Техника безопасности на электроустановках.

ГОСТ 4517-87 Реактивы. методы приготовления вспомогательных реактивов и растворов, применяемых при анализе.

ГОСТ 25794.1-83 Реактивы. Методы приготовления титрованных растворов.

ГОСТ 4919.1 – 77 Реактивы и особо чистые вещества. Методы приготовления растворов и буферных растворов.

ГОСТ 12026-76 – Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия.

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия.

Список сокращений

БПК - биохимическое потребление кислорода

ХПК – химическое потребление кислорода

БОС – биологическая очистка стоков

МОС – механическая очистка стоков

ОТК – ЦЗЛ – отдел технического контроля – центральная заводская лаборатория

м.о. - микроорганизмы

Введение

Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека, всех растений и животных. Для многих живых существ она служит средой обитания.

Рост городов, бурное развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, значительное расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий и ряд других факторов все больше усложняет проблемы обеспечения водой.

Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300-3500 км³. При этом 70% всего водопотребления используется в сельском хозяйстве [1].

Много воды потребляют химическая и целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия. Развитие энергетики также приводит к резкому увеличению потребности в воде. Значительное кол-во воды расходуется для потребностей отрасли животноводства, а также на бытовые потребности населения. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде сточных вод.

Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, ученых мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов и свести к минимуму потребление свежей воды.

Целью данного исследования является изучение и освоение методики гидробиологического анализа активного ила, изучение видового состава биоценоза активного ила, а также дать оценку эффективности процесса биологической очистки сточных вод АО «ПНХЗ».

В настоящее время для очистки сточных вод различных производств используются определенные методы очистки. Заключительным этапом этого процесса является биологическая очистка. Ведущую роль в этом процессе играют различные микроорганизмы. На эффективность процесса влияет их видовой и количественный состав. Поэтому изучение видового количественного состава микробиоценоза активного ила является актуальной задачей.

Новизна работы заключается в сопоставлении видового состава активного ила в зависимости от химического состава сточных вод.

Было проведено патентное исследование, в результате которого было найдено изобретение А.В. Голованчикова, А.И. Вальдмана (Волгоградский политехнический институт) «Способ очистки сточных вод от органических

примесей», целью которого является увеличение степени очистки. Способ очистки сточных вод от органических примесей аэрацией воздухом, предварительно заряженными между электродами высокого напряжения, отличающийся тем, что, с целью увеличения степени очистки, аэрацию осуществляют воздухом, заряженным положительными зарядами в электрическом поле напряженностью 3500-6000 В/ см, и процесс осуществляют в присутствии активного ила.

В.П. Грудининым, Б.М. Бухтеевым (Всесоюзное научно - производственное объединение целлюлозно – бумажной промышленности и Амурский целлюлозно – картонный комбинат) предложен «Способ обработки избыточного активного ила», включающий отстаивание, фильтрацию на вакуум - фильтрах, тепловую обработку и сжигание, отличающийся тем, что, с целью удешевления способа и утилизации осадка, активный ил после фильтрации обрабатывают щелочным реагентом, полученный раствор подвергают тепловой обработке, а золу после сжигания растворяют в фильтрате и возвращают на вакуум - фильтр.

Также рассмотрен «Способ биологической очистки сточных вод от органических загрязнений», разработанный Е.А Олешкович, Н.А. Макаровой, включающий обработку в аэротенке микроорганизмами активного ила, иммобилизованными на плоскостной загрузке, отличающийся тем, что, с целью повышения степени очистки и интенсификации процесса, используют плоскостную загрузку, выполненную из материала, содержащего термопластичный полимер и активированный уголь.

1 Обзор литературы

1.1 Экологическая ситуация и роль биотехнологии в ее улучшении

В современном мире, в условиях возрастающей деятельности человека, важность экологических проблем и природоохранной деятельности постоянно нарастает. Вследствие широкого внедрения энергоемких и химических технологий и производства целого ряда новых химических продуктов увеличивается загрязнение окружающей среды. В Казахстане особенно сильно загрязнена водная и воздушная среда. Так, в атмосферу в начале 90-х гг. ежегодно поступало до 4 млн. тонн загрязняющих веществ, причем зоны высокого загрязнения атмосферного воздуха чаще всего совпадали с местами концентрированного проживания людей [2].

Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна в РК вносят предприятия теплоэнергетики - 50%, черной металлургии - 20 %, цветной металлургии - 13 %, химии и нефтехимии - 4%, являющиеся источниками выбросов в атмосферу токсичных веществ. Среди органических веществ с резким запахом, присутствующих в отходящих газах, можно выделить ароматические и непредельные углеводороды, а также азот-, кислород-, серо- и галогеносодержащие соединения. К неорганическим веществам, которые наиболее часто обуславливают запах отходящего воздуха, относятся сероводород, сернистый газ, сероуглерод, аммиак, хлористый водород, галогены

В результате промышленной, сельскохозяйственной и бытовой деятельности человека возникают различные изменения состояния и свойств окружающей среды, в том числе очень неблагоприятные. С развитием и интенсификацией промышленной и сельскохозяйственной деятельности в XX веке стали ощущаться пределы естественной продуктивности биосферы, – истощаются природные ресурсы, источники энергии, все более ощущается дефицит пищи, чистой воды и воздуха. Загрязнение окружающей среды во многих регионах достигло критического предела. Во многом все эти проблемы порождены научно-техническим прогрессом общества и должны решаться также с использованием новейших достижений.

Важнейшая роль в вопросах защиты и охраны окружающей среды принадлежит биологии. Сама экология в традиционном понимании является биологической дисциплиной и изучает взаимоотношения организмов, включая человека, между собой и окружающей средой. Дальнейшее развитие биологии и внедрение ее достижений в практику – один из главных путей выхода из надвигающегося экологического кризиса. Большую роль играет при этом биотехнология. Биотехнология позволяет решать ряд экологических проблем, включая защиту окружающей среды от промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов, деградацию токсикантов, попавших в среду, а также сама создает малоотходные промышленные процессы получения пищевых и лекарственных веществ, кормов, минерального сырья, энергии. Масштабы биологических процессов для решения природоохранных задач могут быть, по

выражению Д. Беста, «ошеломляющими». Экология и биотехнология взаимодействуют как через продукты, так и через технологии. В целом это способствует экологизации антропогенной деятельности и возникновению более гармоничных отношений между обществом и природой.

1.2 Методы очистки сточных вод

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно-бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

Очистка сточных вод - обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические, когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Основными процессами механической очистки являются процеживание, отстаивание, центрифугирование, фильтрование. Все эти процессы применяются для удаления из сточных вод нерастворимых минеральных и органических примесей [3].

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д. Широкое применение находит также электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях - электролизерах. Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности.

Загрязненные сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления, хорошо зарекомендовала себя очистка путем хлорирования.

Среди методов очистки сточных вод большую роль играет биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Именно она служит действующим началом в биофильтрах.

В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоем.

Аэротенки - огромные резервуары из железобетона. Здесь очищающее начало - активный ил из бактерий и микроскопических животных. Все эти живые существа бурно развиваются в аэротенках, чему способствуют органические вещества сточных вод и избыток кислорода, поступающего в сооружение потоком подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, жгутиковые, амёбы, коловратки и другие мельчайшие животные, поедая бактерии, неслипающиеся в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий и химической очистке, хлорированию жидким хлором или хлорной известью. Для дезинфекции используют также другие физико-химические приемы (ультразвук, электролиз, озонирование и др.)

Биологический метод дает большие результаты при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна.

1.2.1 Механические, химические, физико – химические методы очистки сточных вод.

Механические методы относятся к первичной очистке, биохимические – к вторичной. Физико – химические методы используют для извлечения ценных продуктов, а также токсических веществ, которые могут оказать вредное влияние на процесс биохимической очистки. Для органических загрязнений биохимическая очистка чаще всего является окончательным процессом очистки. Однако, в тех случаях, когда требуется снизить количество загрязнений, оставшихся в сточной воде после биохимической очистки, применяют доочистку одним из физико – химических методов. Этот вид обработки сточных вод называют третичной, глубокой или дополнительной очисткой [4].

К химическим и физико – химическим методам очистки относятся: нейтрализация, коагулирование, окисление и восстановление, адсорбция,

выпаривание, дистилляция, ультрафильтрация, ректификация, флотация, кристаллизация, абсорбция, дезодорация, дезактивация, электролиз, замораживание и др.

Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные загрязнения нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др.

Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

В технологии процессов очистки природных и сточных вод рассматривается осаждение частиц двух типов - гранулированных и флокулированных. Гранулированные частицы осаждаются независимо друг от друга и с постоянной скоростью, а флокулированные, которые могут быть естественного происхождения или искусственно полученными вследствие агломерации коллоидных веществ, осаждаются по - разному в зависимости от исходной концентрации частиц. Если их концентрация мала, то в верхних слоях воды осаждение каждого хлопка происходит индивидуально, но затем при столкновении и слипании частиц скорость осаждения увеличивается. Это явление носит название стесненного или флокулянтного осаждения. При высокой концентрации происходит совместное осаждение хлопьев с четко выраженной границей раздела фаз между верхним слоем жидкости и осадком. Такое осаждение называют зонным.

Процессы отстаивания - наиболее широко применяемые процессы в любой системе очистки природных вод или бытовых и производственных стоков. В большинстве случаев отстаивание осуществляется в сооружениях не контактного, а проточного типа, что вносит существенные усложнения в расчетные формулы процесса. По структуре потока очистные сооружения условно делят на горизонтальные, радиальные, вертикальные. Особый интерес представляют сооружения с так называемыми вставками-модулями. Модули - это системы параллельных полок (каждая высотой 20 - 40 см), обеспечивающих чрезвычайно малый путь движения частицы до дна полки, что существенно увеличивает пропускную способность отстойного сооружения.

Фильтрация - процесс процеживания суспензии через пористый материал, задерживающий твердые примеси и пропускающий воду. Если размеры частиц больше размеров пор фильтрующей загрузки, то частицы останутся на поверхности загрузки. Этот тип фильтрации называется поверхностным, осадочным или опорным.

Если частицы проходят внутрь материала загрузки, то процесс называется фильтрованием в объеме или объемным фильтрованием.

При обезвоживании концентрированных суспензий (осадков) на вакуум - фильтрах и фильтр - прессах фильтрующей средой является фильтровальная ткань и слой осадка, образующийся на ткани в процессе обезвоживания.

При фильтровании воды со взвешенными веществами через слой песка или другие зернистые материалы, т. е. при объемном фильтровании, наблюдаются следующие процессы:

- отложение примесей в виде тонкого слоя на поверхности фильтрующего слоя (пленочное фильтрование);
- отложение примесей в порах загрузочного материала;
- отложение части примесей на поверхности фильтрующего слоя, а остальных примесей в его порах.

Пленочное фильтрование наблюдается на фильтрах с малыми скоростями движения воды, на так называемых медленных фильтрах. Образующийся дополнительный тонкопористый фильтрующий слой способен удерживать очень тонкодисперсные взвешенные вещества из воды и обеспечивать таким образом глубокую очистку воды.

Разновидностью объемного (глубинного) фильтрования является микрофильтрование, когда в качестве фильтрующего материала применяются синтетические мембраны, способные задерживать примеси диаметром менее 5мкм.

После выделения из воды взвешенных и коллоидных частиц (последние после их коагуляции) иногда ставится задача освобождения воды от растворенных примесей в молекулярной или ионной форме. Для этих целей используются методы мембранной сепарации, сорбции, ионного обмена.

К химическим и физико - химическим методам очистки относятся: нейтрализация, коагулирование, окисление и восстановление, адсорбция, выпаривание, дистилляция, ультрафильтрация, ректификация, флотация, кристаллизация, абсорбция, дезодорация, дезактивация, электролиз, замораживание и др.

1.2.2 Биологические методы очистки сточных вод.

Биохимический метод является одним из основных методов очистки вод, загрязненных многими растворенными органическими веществами. При комбинировании его с механическими и физико-химическими методами можно достичь высокой степени очистки вплоть до предельно допустимых концентраций.

Биологическим путем с участием микроорганизмов перерабатываются загрязнения, находящиеся в воде в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии. Помимо органических веществ переработке подвергаются некоторые неокисленные неорганические соединения, такие, как сероводород, аммиак, нитриты.

Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать эти вещества для питания в ходе своей жизнедеятельности [5].

Контактируя с органическими веществами, микроорганизмы частично разрушают их, превращая в воду, двуокись углерода, нитрит и сульфат ионы и др. Другая часть вещества идет на образование биомассы. Органические вещества для микроорганизмов являются источником углерода. Разрушение органических веществ называют биохимическим окислением. Некоторые органические вещества способны легко окисляться, а некоторые не окисляются совсем или окисляются очень медленно.

При отсутствии данных возможность биохимического окисления можно установить по отношению БПК и ХПК. При отношении $\text{БПК}/\text{ХПК} \cdot 100 \geq 50\%$ вещества поддаются биохимическому окислению.

При этом необходимо, чтобы сточные воды не содержали ядовитых веществ и примесей солей тяжелых металлов.

В широком наборе сооружений биологической очистки, которыми мы располагаем сегодня, использованы, по существу, все известные метаболические особенности микроорганизмов. Имеются сооружения с ценозами, развивающимися в аэробных и анаэробных условиях, в условиях мезофильных и термофильных температур, о гетеротрофным и автотрофным типами питания, сочетающим симбиотические, метабиотические и антагонистические отношения.

До настоящего времени не существует системы биоиндикации процесса биологической очистки, и остаётся справедливым утверждение о множестве разноречивых данных, трактующих взаимосвязь качества очистки и специфических организмов. Это объясняется, прежде всего, особенностями биоценоза активного ила, его высоким адаптационными свойствами, что позволяет развиваться одним и тем же видам в разных экологических зонах, влиянием на его развитие сложного комплекса биотических и абиотических факторов. Основными абиотическими факторами, воздействующими на биоценоз ила, являются: температура, состав очищаемых сточных вод и наличие в них токсичных веществ, влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов; фактические концентрации и разнообразие растворённых питательных веществ, используемых микроорганизмами для роста; содержание растворённого кислорода в иловой смеси

Своеобразные условия существования формируют активный ил и его способность к флокуляции, которая является одной из важнейших характеристик состояния биоценоза. Структура и биологические свойства хлопьев ила определяют эффективность и качество биологической очистки. При нормально идущих процессах очистки масса активного ила представлена хлопьями с плотностью в среднем $1.1-1.37 \text{ г/см}^3$ и размером от 53 до 212 мкм. Бактериальные клетки расположены внутри, на поверхности хлопьев, могут быть представлены незначительным количеством не связанных с хлопьями одиночными бактериями: палочками, кокками, спирохетами и микроколониями из палочек [6].

Бактерии активного ила синтезируют и секретируют в среду внеклеточный биополимер - полисахаридный гель. Именно наличие геля

обуславливает агрегацию микроорганизмов и образование хлопьевидных скоплений - флокул.

Активный ил только в флокулированном состоянии может обеспечивать высокие скорости окисления загрязняющих веществ, и, по существу, качество очищенной воды определяется его способностью к флокуляции.

Процесс полной биологической очистки протекает в три стадии. На первой стадии, сразу же после смешения сточных вод с активным илом, на его поверхности происходят адсорбция загрязняющих веществ и их коагуляция (укрупнение частиц несущих органические вещества), причём адсорбция обеспечивается как хемосорбцией, так и биосорбцией с помощью полисахаридного геля активного ила и благодаря огромной поверхности ила, один грамм которого занимает 100 м^2 . Таким образом, на первой стадии очистки загрязняющие вещества в сточных водах удаляются благодаря механическому изъятию их активным илом из воды и началу процесса биоокисления наиболее легкоразлагающейся органики. Высокое содержание поступающих загрязняющих веществ способствует на первой стадии высокой кислородопоглащаемости, что приводит к практически полному потреблению кислорода в зонах поступления сточных вод в аэротенках. На первой стадии за 0.5-2.0 часа содержание органических загрязняющих веществ, характеризуемых показателем БПК₅, снижается на 50-60% [7].

На второй стадии полной биологической очистки продолжается биосорбция загрязняющих веществ и идёт их активное окисление экзоферментами (ферментами, выделяемыми активным илом в окружающую среду). Благодаря снизившейся концентрации загрязняющих веществ, начинает восстанавливаться активность ила, которая была подавлена к концу первой стадии очистки.

Скорость потребления кислорода на этой стадии меньше, чем в начале процесса, и в воде накапливается растворённый кислород. В случае благополучия второй стадии экзоферментами окисляется до 75% органических загрязняющих веществ, характеризуемых показателем БПК₅. Продолжительность этой стадии различна в зависимости от состава очищаемых сточных вод и составляет от 2.0 до 4.0 часов [8].

На третьей стадии очистки происходит окисление загрязняющих веществ эндоферментами (внутри клетки), доокисление сложноокисляемых соединений, превращение азота аммонийных солей в нитриты и нитраты, регенерация активного ила. Именно на этой стадии (стадии внутриклеточного питания активного ила) происходит образование полисахаридного геля, выделяемого бактериальными клетками. Скорость потребления кислорода вновь возрастает.

Общая продолжительность процесса в аэротенках составляет 6-8 часов для бытовых и может увеличиваться до 10-20 и более часов при совместной очистке бытовых и производственных сточных вод. Продолжительность третьей стадии, таким образом, составляет от 4-6 часов при очистке бытовых сточных вод и может удлиняться до 15 часов.

Благополучие фазы эндогенного питания определяется величиной нагрузки, возрастом активного ила и временем пребывания его в аэротенках.

Увеличение возраста активного ила, времени его пребывания в системе очистки, падение удельной нагрузки на него продлевает фазу эндогенного питания и создаёт благоприятный режим для её протекания, что способствует активному гелеобразованию, укрупнению хлопьев активного ила, улучшению его флокулирующих свойств. Внезапное увеличение нагрузки, сокращение возраста, токсические вещества, присутствующие в поступающей на очистку воде, оказывают подавляющее воздействие на процесс ферментативного окисления в целом и на фазу эндогенного питания. Таким образом, флокуляция хлопьев, а, следовательно, эффективность очистки, зависит от характеристик поступающих сточных вод, условий введения технологического процесса очистки и от действия гидродинамических сил в аэротенке [9].

Как и в других водных сообществах, характер реакции биоценоза активного ила на неблагоприятное воздействие, проявляется в снижении видового разнообразия. Чувствительные к неблагоприятному воздействию виды могут исчезнуть совсем или резко снизить численность, в то время как устойчивые становятся ещё обильнее. Если действие неблагоприятного фактора нарастает или долго сохраняется, затрагиваются все новые виды биоценоза и, в результате, при минимальном видовом разнообразии наблюдается максимальная численность наиболее устойчивых видов.

Усложнение биоценоза сопровождается последовательным включением в него всё более совершенных видов вплоть до хищников: зооглеи, нитчатые бактерии, мелкие жгутиконосцы, мелкие раковинные амёбы, свободноплавающие, брюхоресничные, прикреплённые и сосущие инфузории, коловратки, черви, водные клещи, представители третьего трофического уровня. Своеобразие биоценоза активного ила в наибольшей степени определяется нагрузкой по органическим загрязняющим веществам и эффективностью их разложения [10].

Суммарный эффект воздействия разнообразных факторов, основным из которых следует считать удельные нагрузки, формирует специфический для каждого очистного сооружения активный ил, который может быть подразделён на три основных типа:

- а) работающий на неполное окисление органических загрязнений.
- б) полное окисление.
- в) полное окисление с последующей нитрификацией.

Сооружения биологической очистки, работающие в режиме неполного окисления, как правило, имеют высокие удельные нагрузки (400-600 мг БПК на грамм активного ила). При этом формируется биоценоз с бедным видовым разнообразием (5-13 видов) простейших и численным преобладанием отдельных групп, таких как жгутиконосцы, раковинные амёбы, нитчатые бактерии, крупные свободноплавающие инфузории, "бентосные" раковинные амёбы, мелкие корненожки [11].

При сниженных нагрузках на ил до 250-300 мг/г, обеспечивается полное окисление растворённых органических веществ. Такие сооружения обычно очищают сточные воды смешанного состава (бытовые и производственные).

Неоднородное, многокомпонентное загрязнение среды обитания даёт возможность организмам ила приобрести и сохранять необходимый уровень приспособленности в широком спектре непрерывно меняющихся условий.

Биоценозы на таких очистных сооружениях разнообразны по видам, динамичны, подвижны и чутко реагируют на внешнее воздействие. При нормально протекающем процессе очистки в них отсутствуют численно доминирующие виды или такое доминирование минимально [12].

При удельных нагрузках 80-150 мг/г обеспечивается полное окисление и нитрификация азотосодержащих загрязнений. При полном окислении поступающих на очистку растворённых органических веществ, ненарушенном балансе их сорбции и окисления, низких нагрузках на активный ил и развитом процессе нитрификации формируется наиболее экологически совершенный биоценоз - нитрифицирующий активный ил. Нитрифицирующие хлопья ила крупные, компактные, хорошо оседающие, наполненные пузырьками газа, наблюдается самопроизвольная флотация ила, вызванная процессами денитрификации. Процесс денитрификации, протекающий во вторичных отстойниках, может ухудшать качество очищенной воды за счёт избыточного выноса активного ила, особенно в тёплое время года.

Биоценоз нитрифицирующего активного ила характеризуется, в целом, наиболее сложной экологической структурой с высоким таксономическим разнообразием (до 45 видов простейших) без численного преобладания различных видов. Нитчатые бактерии, мелкие бесцветные жгутиконосцы, мелкие формы как голых, так и раковинных амёб практически полностью вытесняются из биоценоза или их численность минимальна. Из инфузорий преобладают брюхоресничные и прикреплённые формы, жизнедеятельность которых тесно связана с хорошо сформированными, флокулированными хлопьями активного ила [13].

Присутствуют представители высшего звена - хищники, что положительно влияет на степень очищения воды от органических загрязняющих веществ за счёт повышения интенсивности обмена. В нитрифицирующем иле всегда присутствуют (не достигая массового развития) хищные коловратки, сосущие инфузории, хищные грибы и черви рода *Chaetogaster*. Периодически встречаются тихоходки.

В целом, в низконагружаемых илах, за счёт богатого видообразия, расширяется возможность ила адекватно реагировать на неблагоприятные воздействия и увеличивается его способность поддерживать эффективное и устойчивое качество очистки. При воздействии концентрированных производственных сточных вод биоценоз устойчиво сохраняет свою структурную целостность и удовлетворительный уровень ферментативного окисления [14].

Разрушение стабильности и способности к быстрому восстановлению у такого биоценоза возможно только при чрезвычайном воздействии: в результате резкого возрастания удельной нагрузки на активный ил, воздействия сильно токсичных (при аварийных сбросах) сточных вод, недостатке и дисбалансе питательных веществ.

В условиях устойчивых нагрузок на активный ил при отсутствии токсичных примесей в сточных водах, поступающих на очистку, значительная часть микробной популяции связана с хлопком активного ила. Хлопья ила крупные, компактные, хорошо флокулирующие. В биоценозе возрастает численность организмов, непосредственно связанных с хлопьями, - ползающих брюхоресничных инфузорий, прикрепленных инфузорий, нематод, коловраток и т.д.

Однако, в неблагоприятных условиях перегрузок, при поступлении на очистку токсичных сточных вод, различных нарушений технологического режима очистки, хлопья активного ила диспергируются, измельчаются, возрастает число бактерий, не связанных с хлопьями активного ила, и, следовательно, возрастает число их поедателей - свободноплавающих инфузорий, мелких раковинных амёб, жгутиконосцев и проч. При очистке сточных вод, содержащих специфические сложноокисляемые соединения (фенолсодержащие, сточные воды ЦБК и т.д.), хорошо флокулирующие хлопья ила, как правило, вообще не образуются, и очистка осуществляется диспергированной микрофлорой. При подаче избыточного активного ила в "голову" сооружений, питание активного ила в аэротенках дисбалансируется, что приводит к развитию нитчатого вспухания или нарушению флокуляции хлопьев, которые приобретают перистую, вытянутую форму [15].

Описанные три основных типа биоценоза активного ила формируются в своеобразных экологических условиях, обеспечивающих определённое качество очистки, оговариваемое в проекте БОС. На фоне описанных общих закономерностей биоценоз активного ила на каждом очистном сооружении своеобразен по своей структуре и адаптационным свойствам и уникален, поскольку состав сточных вод и режим эксплуатации каждого конкретного сооружения специфичен, а их конструкция относится к одному из нескольких определённых типов. Таким образом, на формирование биоценоза, его структуру оказывают влияние проектные параметры, состав сточных вод и соблюдение технологического режима эксплуатации очистных сооружений, где решающее значение имеет поддержание необходимого качества и количества активного ила, которые определяются такими показателями как доза ила, иловой индекс, зольность, возраст, прирост ила [16].

Также при индикаторной оценке процесса биологической очистки следует учитывать и сезонные изменения биоценоза ила, что характерно для небольших сооружений, очищающих менее 10 тыс. м³ сточных вод в сутки. Летний биоценоз активного ила при прочих равных условиях (состав сточных вод, режим эксплуатации сооружений) по видовому составу несколько богаче зимнего.

Смена биоценоза по сезонам года происходит по закону гетерогенной сукцессии, однако, на крупных очистных сооружениях, в условиях горячего водоснабжения, сезонные изменения менее значительны.

1.2.2.1 Аэробные процессы

Биологическое окисление - процесс по своей сущности природный, и его характер одинаков для процессов, протекающих в водоеме, очистном сооружении, склянке для определения БПК и т. п.

Если очистка происходит в свободном объеме, и биопленкой, если вода обтекает материал загрузки, в качестве которого может быть щебень, галька, керамзит, пластмасса и т. п., покрытый слизистой пленкой.

Толщина биопленки обычно не превышает 3 мм, при этом внутренний слой пленки находится в бескислородных условиях, так как кислород практически целиком успевает израсходоваться в поверхностных частях пленки.

Состав микрофлоры и микрофауны илов и биопленки формируется в зависимости от экологических условий, основными из которых являются состав обрабатываемых сточных вод, уровень растворенного кислорода, температура, рН, соотношение количества пищи и микроорганизмов, наличие токсинов и др.

Основная роль в процессе очистки принадлежит бактериям, число которых в расчете на 1 г сухого вещества ила колеблется от 10^8 до 10^{14} клеток. Ил имеет очень развитую поверхность до 100 м^2 на 1 г сухой массы, что способствует интенсивному изъятию примесей из воды. Размер клеток составляет 0,1-3 мм и более; частицы ила и биопленки имеют отрицательный заряд при $\text{pH} = 4-9$ [17].

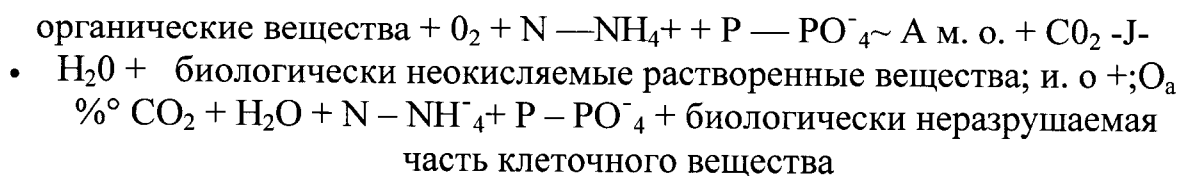
При очистке многих видов сточных вод, в том числе бытовых, обычно наиболее многочисленными оказываются бактерии рода *Pseudomonas*. Далее по численности следуют кокковые формы и бациллы. В зависимости от условий существования в иле развивается от одного до нескольких (5-8) родов бактерий. Если меняется хотя бы один из перечисленных выше влияющих факторов, то в составе ила обязательно происходят изменения и перераспределения численности отдельных систематических групп микроорганизмов.

При очистке сточных вод смешанного состава в илах в основном развиваются простейшие и некоторые более сложные организмы - коловратки и др. Простейшие обычно представлены четырьмя классами - саркодовые, жгутиковые инфузории, ресничные инфузории и сосущие инфузории. Роль простейших многопланова. Они питаются бактериями, поддерживая в иле бактериальное равновесие. Поедая наряду с молодыми старые клетки, простейшие обуславливают омоложение ила и развитие новых жизнеспособных клеток. Кроме того, высвобождается в воду дополнительное количество экзоферментов. Простейшие питаются также частицами исходных загрязнений, благодаря чему происходит дополнительное осветление воды. По численности простейших и их состоянию, определяемому по внешнему виду, можно судить об условиях работы очистного сооружения и намечать меры оперативного управления процессом. Например, при недостатке в сооружении растворенного кислорода простейшие становятся прозрачными, особи увеличиваются в объеме, а затем клетка лопаются; ресничный аппарат неподвижен, ротовые отверстия закрыты и т. д. В активных илах грибов обычно немного, а в биопленке они развиты весьма значительно.

Важнейшее свойство ила - способность к хлопьеобразованию и седиментации. Принято считать, что бактериальная флокуляция - это физиологическое состояние микроорганизмов. Оно наблюдается в период эндогенного дыхания бактерий - фазы отмирания, когда на поверхности клетки в большом количестве скапливаются внеклеточные полимеры.

Активные илы подвержены так называемому вспуханию, которое связывается с развитием нитчатых бактерий. В момент вспухания ил плохо оседает и практически не отделяется от воды, что вносит серьезные осложнения в эксплуатацию сооружений.

Механизм биологического окисления в аэробных условиях гетеротрофными бактериями представлен схемой:



Приведенная схема символизирует окисление исходных органических загрязнений и образование новой биомассы. В очищенном стоке остаются биологически неокисленные вещества, преимущественно в растворенном состоянии, так как и коллоидные, и нерастворенные примеси удаляются за счет сорбции их хлопком ила.

Если процесс проводить дальше, т.е. аэрировать среду после окончания окисления исходного органического вещества, то проходят процессы эндогенного окисления клеточного вещества ила и параллельно - нитрификация аммонийного азота за счет развития автотрофных культур.

Рассчитать систему аэробной очистки воды - это значит определить требуемый объем сооружения на заданный расход и качество стока, подсчитать нужное количество кислорода (воздуха) и количество вновь образуемой биомассы (так называемый прирост ила), которое нужно удалить из системы.

Количество кислорода на очистку подсчитывается как сумма расхода кислорода: на окисление до конца (до CO_2 , H_2O , NH_3) части органических веществ, используемых в энергетическом обмене; на эндогенное окисление ила; на химическое окисление некоторых примесей, окисляющихся кислородом; на нитрификацию аммонийного азота; на создание некоторого запаса растворенного кислорода в очищенной воде.

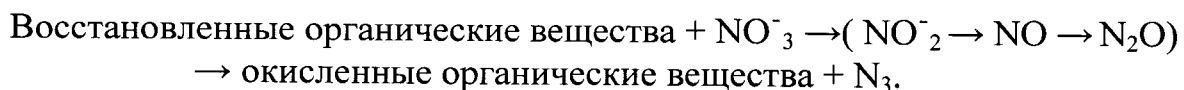
В большинстве сооружений кислород подается в воду путем продувки воздуха через толщу воды. Поэтому вторая часть задачи сводится к определению количества воздуха, которое нужно продуть через воду, чтобы передать ей расчетное количество кислорода. Есть, однако, биологические реакторы, работающие на чистом или техническом кислороде, и тогда, естественно, вторая часть задачи исключается. В ряде систем аэрация осуществляется с помощью мешалок; в этом случае определяют количество электроэнергии, необходимое для их работы.

Биомасса или увеличивается за счет синтеза клеток (конструктивный обмен), а также части исходных загрязнений, изъятых илом, но не окисляемых биологически, и уменьшается вследствие эндогенного окисления и выделения метаболитов в очищенную воду.

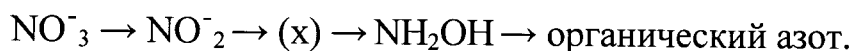
1.2.2.2 Анаэробные процессы

Анаэробные процессы, т.е. биологические процессы в бескислородной среде, в технологии очистки воды применяются достаточно широко. Из них наиболее распространенные - денитрификация и метановое брожение.

Процесс денитрификации представляет собой совокупность превращений:



Это - система диссимиляционной нитрат - редукции. Параллельно проходит процесс ассимиляционной нитрат - редукции:



Роль окислителя в процессе денитрификации выполняют нитраты, подобно тому, как в аэробном окислении эта функция принадлежит кислороду.

Выход энергии при денитрификации несколько меньше, чем при окислении кислородом. Если в качестве окисленного органического вещества взять глюкозу, то при ее окислении кислородом выделится 2872 кДж, а при денитрификации - 2386 кДж. Это различие невелико, но вполне достаточно для того, чтобы предотвратить денитрификацию в присутствии некоторого количества растворенного кислорода.

Способностью осуществлять денитрификацию обладают различные бактерии, в изобилии присутствующие в сточных водах в качестве окисляемых органических веществ для процесса денитрификации можно применять самые различные вещества - метан, метиловый спирт, ацетаты и т.п., а также сложный букет органических примесей сточной воды и активный ил.

На активность денитрификации влияют характер окисляемого вещества, соотношение концентраций органического вещества и нитратов, температура, pH и другие факторы.

Скорость процесса можно определить по формуле:

$$R = [a \cdot (F/M) + b] \cdot 10^{k_t} (t - 20),$$

Где F/M - отношение концентраций органического вещества к количеству ила; k_t - температурная поправка; t - температура, °C; a и b - коэффициенты.

Метановое брожение - один из основных приемов обеззараживания и стабилизации осадков сточных вод. Анаэробное сбраживание является сложным многостадийным процессом, в котором исходные органические

вещества последовательно превращаются в более простые с переходом значительной части компонентов в газ и в раствор (в иловую жидкость). Анаэробное сбраживание рассматривается как двухступенчатый процесс.

На первой ступени факультативные микроорганизмы путем гидролиза и ферментативного расщепления превращают сложные органические вещества осадков в низшие жирные кислоты, спирты, угольную кислоту, аммиак, водород и другие вещества. В основном образуются уксусная (до 70%) и пропионовая (до 15%) кислоты; остальные кислоты представлены в незначительном количестве. Бактерии, ведущие этот процесс, функционируют в широком диапазоне измерения условий. Длительность генерации бактерий этой фазы измеряется часами [18].

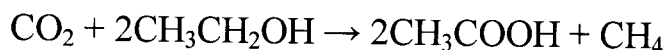
На второй ступени метанообразующие бактерии превращают продукты первой фазы главным образом в метан, угольную кислоту и другие газы, образующиеся в малых количествах. Бактерии второй фазы - облигатные анаэробы - более чувствительны к условиям среды. Длительность генерации клеток измеряется сутками.

Реакция метанообразования может быть записана уравнением

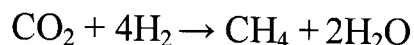


Здесь под H_2A подразумевается органическое вещество, содержащее водород, или же чистый водород, если исключить часть А.

Если, например, за H_2A принять этиловый спирт, то реакция восстановления примет вид:

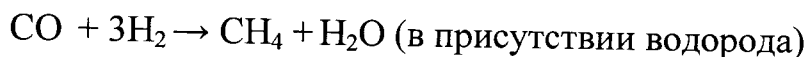


Если за H_2A принять H_2 , то суммарный итог запишется уравнением



Реакция метанообразования состоит из многих ступеней и проходят с участием АТФ и витамина B_{12} (в составе фермента), которому приписывается главная роль в переносе водорода.

Кроме основного пути образования метана возможны и другие, например восстановлением окиси углерода:

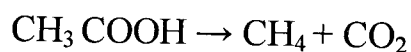


или



А также распадом уксусной и бензойной кислот.

Схема распада уксусной кислоты (с указанием исходного и конечных продуктов реакции) может быть представлена уравнением



Однако прямое декарбоксилирование, т.е. выделение CO_2 , считается сомнительным. Предполагают, что и CO_2 , и ацетат преобразуются в метан через общий промежуточный продукт.

Метановое брожение можно проводить в условиях двух интервалов температур: 30-35 и 50-55°C. Первый режим брожения называют мезофильным, второй - термофильным. В процессе брожения, как показано выше, образуется горючий газ метан, который обычно сжигают для получения тепла на образование перегретого пара. Пар, в свою очередь, используют для подогрева содержимого сооружения для требуемой температуры брожения.

После окончания газовыделения обработанный осадок не обладает неприятными запахами, не загнивает и может быть использован в качестве полезного удобрения в сельском хозяйстве или иным способом. Сброженные осадки с трудом отдают воду, поэтому их подсушивание в естественных условиях - процесс длительный. Быстрая сушка достигается применением вакуумного обезвоживания или же центробежного поля.

Расчет сооружения для сбраживания (метантенка) включает определение его объема (считается по скорости процесса), выхода газов брожения и количества тепла на подогрев осадков.

2 Собственные исследования

2.1 Характеристика предприятия АО «ПНХЗ»

Павлодарский нефтеперерабатывающий завод построен по проекту, использующему последние достижения в нефтеперерабатывающей промышленности, и является одним из ведущих предприятий отрасли. Завод перерабатывает нефть, поступающую по трубопроводу с месторождений Западной Сибири, в количестве 7,5 млн. тонн в год при проектной мощности 13 млн. тонн в год [19].

Переработка нефти обеспечивается набором технологических процессов, позволяющих получать широкий ассортимент высокооктановых нефтепродуктов: бензины автомобильные, дизельное топливо, авиакеросин, бытовые газы и газы нефтехимии, мазут, печное топливо, битумы, коксы и серу. Неотъемлемой частью производства являются мероприятия, связанные с очисткой сточных вод.

Сегодня АО «ПНХЗ» - мощное современное производство, выпускающее продукцию на уровне мировых стандартов.

Вся выпускаемая предприятием продукция имеет сертификат соответствия, подтверждающий соответствие обязательным требованиям стандарта, обеспечивающим ее безопасность для жизни, здоровья людей, имущества граждан и окружающей среды.

На сегодняшний день предприятием выпускается более 20 видов продукции. Это бензины автомобильные различных марок, в том числе высокооктановые экологически чистые, дизельное топливо летнее и зимнее различных марок, топливо для реактивных двигателей и котельное топливо, битумы различного назначения и разных марок, газы углеводородные сжиженные, газы для нефтехимических производств, коксы нефтяные, серу газовую и др.

Продукция предприятия неоднократно награждалась международными дипломами и призами за высокое качество и конкурентоспособность.

2.2 Гидробиологический анализ активного ила

Для характеристики работы сооружений биологической очистки гидробиологический анализ имеет основное значение, поскольку характеризует состав, количественное распределение и своеобразие организмов активного ила - потребителей поступающих на очистку загрязняющих веществ. Характерные изменения в биоценозе активного ила наилучшим образом отражают протекание процесса очистки, позволяют быстро оценить его качественный уровень и сделать выводы об основных неблагоприятных факторах, ухудшающих эффективность очистки сточных вод [20].

Гидробиологический анализ заключается в оценке, с помощью микроскопирования, состояния и структурных особенностей биоценоза активного ила, организмы которого обладают способностью реагировать

качественным изменением и количественным распределением отдельных групп на состав и свойства очищаемых сточных вод, а также на условия жизнеобеспечения, регулируемые режимом эксплуатации сооружений.

2.2.1 Материалы и методы

2.2.1.1 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы

- микроскоп бинокулярный 50-1350х ТУ 3-3-986, ТУ 3-3-777 или аналоги;
- микроскоп люминесцентный серии "Люам" 50-1425х ТУ 3-3-1320;
- микроскоп стереоскопический (МБС) 3,5-88х ТУ 3-3-1210;
- окуляр-микрометр с измерительной линейкой;
- объект-микрометр ГОСТ 7513;
- устройство для наблюдения методом фазового контраста КФ-5 ТУ 3-3-1354;
- весы лабораторные общего назначения ГОСТ 24104;
- сушильный электрический шкаф общелабораторного назначения ГОСТ 13474;
- рН-метр типа рН-155 ГОСТ 25.7416.0171 или аналог;
- часы сигнальные ТУ 25 07 547;
- лампа бактерицидная из кварцевого стекла ТУ 16-535-659;
- холодильник для хранения проб;
- счетные камеры Кольвитца, Горяева ТУ 42816, Тома на 0,1-1,0 мм глубины;
- пробоотборник любого типа объемом 500-700 см³;
- термометры в металлической оправе, без оправы шкальные для измерения температуры воды ГОСТ 2045;
- ящики для переноски проб (облегченного типа), с гнездами и уплотнением для перевозки проб в машине;
- центрифуга лабораторная медицинская ТУ 5-375-4261;
- аппараты для встряхивания жидкости в лабораторной посуде ТУ 64-1-1081;
- груши резиновые (разные);
- иглы для препарирования;
- пинцеты мягкие и жесткие;
- мембранные фильтры (размер пор 2-10 мкм);
- бумажные фильтры обеззоленные для количественного весового анализа типа ФОВ ТУ 6-09-1678 (красная, белая ленты);
- стекла покровные для микропрепаратов размером 18х18 мм и 24х24 мм (толщина не более 0,15-0,17 мм) ГОСТ 6672, стекла предметные (толщина не более 1,1-1,4 мм) ГОСТ 9284;
- чашки Петри ГОСТ 25336;
- лабораторные стаканы Н-2-100, В-2-100 ГОСТ 25336,
- колбы мерные 2-25-2, 2-50-2, 2-100-2, 2-500-2, 2-1000-2 ГОСТ 1770;

- пипетки стеклянные вместимостью 1, 2, 5 см³ 2 класса точности ГОСТ 20292;
- микропипетки 0,1 см³, 0,2 см³ ГОСТ 20292;
- цилиндр Снеллена на 1000 см³ (с прозрачным дном, градуированный в см от самого дна) ГОСТ 1770;
- воронки лабораторные (ГОСТ 25336);
- стаканчики для взвешивания (бюксы) ГОСТ 7148;
- эксикаторы диаметром 140, 190, 250 мм ГОСТ 25336;
- вставки для эксикаторов диаметром 128, 175, 230 мм ГОСТ 9147;
- насосы водоструйные ГОСТ 25336;
- цилиндры мерные вместимостью 100, 1000 см³ ГОСТ 1770;
- бутылки из стекла или полиэтилена с притертыми или винтовыми пробками вместимостью 500-3000 см³ для отбора и хранения проб ТУ 6-й 9-45;
- вода дистиллированная ГОСТ 4220;
- вата медицинская ГОСТ 1177.

2.2.1.2 Условия выполнения гидробиологического анализа

Гидробиологический анализ по настоящей методике выполняется гидробиологом, имеющим высшее образование, или химиком, получившим специальную квалификацию, овладевшим техникой микроскопирования и методикой определения организмов активного ила.

При выполнении гидробиологических анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.4.021, а также соблюдать антисептические меры предосторожности при работе с активным илом, который содержит потенциально патогенные организмы.

Электробезопасность при работе с электроустановками обеспечивается по ГОСТ 12.1.019. Организация обучения работающих безопасности труда - по ГОСТ 12.0.004. Помещение гидробиологического отдела должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

Работа гидробиологов имеет следующие профессиональные особенности:

- соприкосновение с потенциально загрязненными материалами (сточные воды, активный ил);
- напряжение зрения при микроскопировании;
- возможность отравления при работе с ядовитыми веществами; возможность повреждений при работах с некоторыми аппаратами (центрифугами). Поэтому при биологических исследованиях следует соблюдать дополнительные меры предосторожности:
- работать в спецодежде;
- следить за состоянием кожи на лице и руках, раны и ссадины смазывать йодом;
- не допускать разбрызгивания или попадания сточных вод на руки,

поверхность стола, оборудование, одежду;

- пользоваться резиновыми перчатками, тщательно убирать и вытирать рабочее место, дезинфицировать руки после работы спиртом;
- своевременно мыть бывшие в употреблении стеклянные предметы горячей водой с мылом.

Меры против переутомления и порчи зрения при микроскопировании:

- микроскопировать двумя глазами или попеременно то одним, то другим глазом, не закрывая неработающий глаз.

Меры против рассеивания потенциально заразного материала из лаборатории в окружающую среду:

- фильтровальная бумага и вата, употребляющиеся в лаборатории при работе со сточными водами, должны перед утилизацией в специальной герметической посуде стерилизоваться в жаровом шкафу при температуре 105°C в течение 1 часа.

Предварительная подготовка к отбору проб должна обеспечивать полную безопасность работ, подготовку посуды, пробпоотборников, места хранения отобранных проб, а также подготовку рабочего места для обработки доставленных лабораторию проб [21].

2.2.1.3 Подготовка посуды, предметных и покровных стекол

Посуду, предназначенную для проб тщательно моют синтетическим моющим средством, промывают водой, обрабатывают хромовой смесью, промывают водопроводной водой, затем 3-4 раза дистиллированной водой и стерилизуют в жаровом шкафу при 160°C один час. Посуда должна быть пронумерована, несмываемой краской или карандашом по стеклу.

Счетные камеры, стандартные предметные и покровные стекла перед употреблением необходимо обезжирить, для чего используют один из предлагаемых способов:

а) стекла погружают в концентрированную серную кислоту и выдерживают одни сутки, после чего их тщательно промывают водопроводной водой, ополаскивают дистиллированной водой, заливают 96° этиловым спиртом и хранят в нем или в сухом виде до употребления.

б) стекла погружают в хромовую смесь на 2-3 суток, затем тщательно промывают водопроводной водой и ополаскивают дистиллированной водой, сушат. Хранят в сухом виде или в этиловом спирте.

в) стекла после иммерсионного масла на 3-5 суток погружают в концентрированный раствор кальцинированной соды, затем тщательно промывают водопроводной водой, ополаскивают дистиллированной водой и 96° спиртом.

Покровные стекла, не бывшие в употреблении, обрабатывают смесью равных частей спирта и эфира (смесь Никифорова), такой же смесью следует регулярно обрабатывать открытые оптические части микроскопа. Перед употреблением покровные и предметные стекла вытирают мягким полотенцем.

Поверхность стекла должна быть совершенно чистой. Капля воды, нанесенная на стекло, должна равномерно растекаться по нему, не собираясь в мелкие капельки, что является признаком того, что стекло хорошо обезжирено.

2.2.1.4 Отбор и хранение проб

Микроскопирование ила гидробиолог очистных сооружений производит 1 раз в декаду. В период когда работа сооружений дестабилизируется какими-либо чрезвычайными обстоятельствами (поступление на очистку токсичных" сточных вод, нарушение технологического режима и т.д.), требуется более регулярное и тщательное гидробиологическое наблюдение, анализ проводится 2-3 раза в декаду или ежедневно. При осуществлении государственного контроля каждое сооружение в зоне деятельности СИГЭКиА проверяется не реже одного раза в год (Требования., 1995) за исключением крупных и особо опасных для природного водоема сооружений биологической очистки, когда назначаются дополнительные проверки, в которых принимает участие гидробиолог.

Пробы для анализа берут отдельно из каждого узла сооружений биологической очистки (аэротенки, регенераторы, вторичные отстойники и т.д.).

Для описания процесса очистки и приспособительной реакции биоценоза на изменения многообразных факторов, регулирующих этот процесс; прежде всего, необходимо правильно выбрать в аэротенках зоны, где отобранные пробы будут характеризовать состояние процесса в целом и особенности отдельных этапов. Это особенно важно для аэротенков - вытеснителей, где (по мере продвижения сточных вод вдоль аэротенка) формируются специфические биотопы, определяемые степенью разложения загрязняющих веществ, в каждом из них соответственно формируются специфические биоценозы активного ила с различными сапробностью, ферментативной активностью и устойчивостью к токсическим веществам. Каждый предыдущий ценоз разлагает органическое вещество до определенного уровня и делает его доступным для последующих. Даже скорость потока сточных вод (до определенных пределов) не может исключить эту зональность, хотя и оказывает сильное влияние. Пробы, отобранные из разных зон аэротенков, будут характеризовать состояние зональных биоценозов на разных этапах очистки сточных вод, поэтому отбирать пробы а каждом коридоре аэротенков на гидробиологический анализ не следует.

Для выявления особенностей формирования микрофауны активного ила наиболее предпочтительной для аэротенков - вытеснителей является проба, отобранная в конце зоны аэрирования иловой смеси, поскольку процессы биологического окисления загрязняющих веществ в этом участке практически завершены, а состояние микрофауны охарактеризует и процесс очистки, и качество очищенных сточных вод (Банина, 1984; Липеровская и др., 1980). Проба иловой смеси в аэротенках-вытеснителях отбирается в сборных каналах аэротенков или на водосливах, т.е. перед поступлением на отстаивание во

вторичные отстойники; в конце аэротенков -0,5-1,5 м от перелива с противоположной стороны от зоны подачи воздуха (только в случае безопасного прохода), если безопасные условия для отбора не обеспечены, пробы отбирают со стороны фильтросных пластин, в местах интенсивного перемешивания. В аэротенках-смесителях пробы отбираются в сборных каналах. Желательно, чтобы пробы отбирались из мест интенсивного перемешивания иловой смеси.

Для получения репрезентативных данных о состоянии флокулообразования активного ила, его седиментационных свойств, получения точных количественных и качественных характеристик состояния биоценоза необходимо, чтобы такие показатели, как концентрация активного ила по объему и весу, иловой индекс, прозрачность надиловой воды, подсчет индикаторных организмов активного ила выполнялись в одной пробе.

При необходимости более подробного обследования анализируется каждый узел биологической части сооружений. В этих случаях пробы отбираются в следующих точках: в регенераторе в зоне регенерации, т.е. на расстоянии 0,5-1,5 м от концарегенератора; с противоположной стороны от фильтросных пластин (при наличии условий для отбора).

Возвратный ил отбирают из-под "гуся" или в местах, где ил поступает в регенераторы (камеры, каналы) для смешивания.

Вначале приготовленную посуду для отбора проб ополаскивают отобранной водой. Для анализа пробу отбирают повторно. Для этого используют ковш объемом 500 см³. Первый раз ковш следует погрузить в воду на 3 мин, чтобы его температура сравнялась с температурой воды, затем ковш погружают на глубину 0,5 м и сразу же извлекают. Иловую смесь переливают в стеклянную бутылку объемом 3 дм³ так, чтобы все содержимое ковша было вылито. Отбор повторяют до тех пор, пока не наберется 2,8-2,9 дм³ иловой смеси. Отобранная проба снабжается этикеткой, на которой указывается дата, место отбора. Бутылку не закупоривают и немедленно доставляют в лабораторию, где ее содержимое тщательно перемешивается и разливается следующим образом:

- а) 1 дм³ г в литровый мерный цилиндр, калиброванный от самого дна для определения дозы ила по объему;
- б) 1,5 дм³ - в склянку для отстаивания и определения прозрачности надиловой воды;
- в) 100 см³ - в цилиндр объемом 100 см³ для определения дозы ила по весу;
- г) 100 см³ в стакан для гидробиологического анализа и хранения.

При взятии проб измеряют температуру воды. Для этого используют термометры сценой деления 0,1°C. Для определения температуры на месте взятия пробы 1 дм³ воды наливают в склянку нижнюю часть термометра погружают в воду и через 5 минут отсчитывают показания, держа его вместе со склянкой на уровне глаз. Точность определения ±0,5°C.

Время от отбора пробы до ее анализа необходимо сократить до минимума, к гидробиологическому анализу следует приступать не позднее 30-40 минут с момента взятия пробы, после того как температура смеси активного

ила сравнивается с температурой помещения. При невозможности проведения анализа в указанный срок пробы активного ила охлаждают (+4°C). Хранить пробы следует не более 24 часов после отбора при температуре 3-4°C. Консервация проб не допускается. При проведении анализа температура пробы должна соответствовать температуре помещения, в котором он проводится.

2.2.1.5 Техника микроскопирования

Гидробиологический анализ активного ила состоит из следующих этапов:

- а) визуальное исследование ила в стеклянном цилиндре;
- б) определение видов, подвидов организмов (для мелких жгутиконосцев, колоний бактерий ограничиваются более высокими систематическими рангами);
- в) определение численности каждого вида одним из методов количественного счета в зависимости от требуемой точности выводов;
- г) описание функционального состояния, особенностей внутреннего строения, морфологических изменений индикаторных организмов;
- д) определение размеров некоторых характерных биоиндикаторов проводится в том случае, если при микроскопическом исследовании выявляется их заметное измельчение, а также для уточнения видовой диагностики;
- е) распределение биоиндикаторов на характерные группы организмов, присутствующих в данной пробе ила (основные критерии распределения - это пищевые потребности биоиндикаторов, их отношение к концентрации растворенного кислорода, адаптационно-экологическая пластичность, понимаемая как способность существовать и приспосабливаться в широком диапазоне изменений окружающей среды, устойчивость к воздействию токсичных сточных вод);
- ж) итоговая оценка биоценоза, отнесение его к одному из определенных типов, характеристика установленного типа;
- з) подготовка гидробиологического заключения.

Выполнение по каждой анализируемой пробе процедуры записывают в рабочем журнале, а качество активного ила сравнивают с данными гидрохимических анализов и технологических расчетов.

Перед исследованием ила под микроскопом необходимо описать его особенности при визуальном наблюдении в стеклянном цилиндре. Измеряют осадок ила по объему в цилиндре объемом 1 дм³ за 30 мин отстаивания, скорость осаждения, цвет хлопьев активного ила. Нормальный цвет ила буро-коричневый, густого мясного бульона. Темный, землистый ил с оттенком черноты может быть следствием плохого перемешивания иловой смеси и недостатка кислорода или плохой циркуляции и откачки ила (залеживание, загнивание ила). Запах ила должен быть болотный, без преобладания запаха каких-либо химических веществ. Запах может быть землистый, гнилостный, аптечный, запах нефтепродуктов. Шлэрфенольный отмечают процесс хлопьеобразования при уплотнении, происходит ли оседание общей массой с четкой границей очищенной жидкости или наблюдается разрыв массы, быстро

или медленно протекает флокуляция (компактные или диспергированные хлопья и загрязняют ли надиловую воду).

После 30-минутного отстаивания вписывают внешний вид надиловой воды. Надиловая вода должна быть прозрачная; те окрашенная, не опалес1щующая. Гидробиолог обязательно измеряет прозрачность надиловой воды оперативно определяя эффект очистки от взвешенных и коллоидных частиц. Прозрачность зависит от глубины окисления загрязняющих веществ, а также от наличия в воде мелких, не оседающих за 2 часа хлопьев активного ила и диспергированных бактерий. Любые, даже незначительные изменения в составе сточных вод ив технологическом режиме их очистки имеют следствием присутствие в очищенной воде мелких хлопьев и большого числа свободно живущих бактерий, что приводит к падению прозрачности очищенной воды. Прозрачность воды анализируется в пробе, отобранной в конце зоны аэрации или сборном канале аэротенков. На практике прозрачность надиловой воды может принимать любые значения (от двух до десятков сантиметров). При прозрачности 30 см и более все другие санитарные показатели, как правило, соответствуют высокой степени очистки. Неполная «биологическая очистка обеспечивает прозрачность, как правило, около 12 см. Численные значения прозрачности коррелируют с численными значениями БПК в отстаивной пробе и характеризуют работу аэротенков (эффективность изъятия коллоидных веществ).

Гидробиолог рассчитывает иловой индекс и использует его значения для характеристики седиментационных свойств активного ила.

Иловой индекс - это объем, занимаемый одним граммом активного ила за 30 минут отстаивания в литровом цилиндре. В активном иле с пониженными значениями индекса повышена доля зольных, более тяжелых элементов из-за высокой минерализации клеточного вещества или из-за присутствия тяжелых взвесей, что может приводить к закупорке коммуникационных сетей. При ухудшении способности ила к седиментации иловой индекс возрастает, разделение ила и очищенной воды нарушается и приводит к избыточному выносу взвешенных веществ из вторичных отстойников.

В зависимости от технологических возможностей своевременной выгрузки осевшего ила из вторичных отстойников, для каждого конкретного сооружения биологической очистки оптимальным будут свои определенные значения илового индекса. Условно принято считать для очистных сооружений искусственной биологической очистки оптимальными значения илового индекса от 90 до 120 см³/г.

Одно из основных требований к иловому индексу - стабильность его значений, которая указывает на удовлетворительные условия эксплуатации очистных сооружений.

Для исследования микрофауны активного ила наиболее широко используется метод "живой" капли под покровным стеклом или в счетных камерах с помощью световой, фазовоконтрастной микроскопии.

При анализе очищенной воды для сгущения пробы применяют центрифугирование, отстаивание или фильтрование через мембранный фильтр №6 (размер пор 2-5 мкм). Каплю свежего ила наносят на стекло, покрывают покровным стеклом и просматривают под микроскопом. Рекомендуются просматривать до 5-10 капель, определяя виды организмов и отмечая их физиологическое состояние, структуру ила, характер зооглей, включение минеральных и органических частиц, волокон и проч.

При микроскопировании взболтанной пробы (вначале при малом увеличении) отмечают структуру хлопка (плотный, рыхлый, прозрачный), однородность и засоренность хлопков ила абисосестоном и посторонними включениями, размер хлопка. Детритные включения в большом количестве могут характеризовать нарушение работы первичных отстойников (избыточный вынос взвешенных веществ), поступление в "голову" сооружений таких компонентов, как избыточного активного ила, сточной воды низкого качества после минерализатора, иловой воды после илоуплотнителей, фугата после цеха обработки осадков, дренажных сбросов, а также на присутствие в сточных водах специфических промышленных загрязняющих веществ, плохо удаляемых при механическом отстаивании. Однако, если сооружения не перегружены, качество очистки высокое, а иловой индекс обеспечивает хорошее отделение очищенной жидкости от массы ила, то присутствие некоторых количеств детритных включений не играет отрицательной роли, а в некоторых случаях, наоборот, утяжеляет хлопок ила, улучшая его седиментацию.

В ряде случаев, для уточнения функциональных особенностей организмов активного ила, необходимо определение их размеров. Измерение организмов производят с помощью окуляр - микрометра по масштабной линейке объект - микрометра. Пользуясь окуляр - микрометром, помещают на столик микроскопа объект - микрометр и , достигнув резкости (сильно затемняют), сравнивают число делений окуляр - микрометра с таковыми на линейке объект - микрометра и вычисляют цену деления окуляр - микрометра (абсолютное значение одного деления окуляр микрометра), затем можно проводить измерения организмов при непосредственном их наблюдении под микроскопом.

Если активный ил имеет специфические физиологические особенности, отмечают состояние организмов (подвижность ресничек, деформацию организмов, особенности поведения, окраска, наличие пищевых вакуолей, образование колоний и агрегатов, фазы размножения). При обследовании более крупных организмов червей, коловраток применяют стереоскопический микроскоп МБС с. окулярами 12,5, помещая пробу ила в чашку Петри.

2.2.1.6 Методы количественного учета организмов

Для исследования микрофауны активного ила используется метод «живой» капли под покровным стеклом или в счетных камерах с помощью световой, фазово-контрастной микроскопии, позволяющий установить видовой состав простейших и других представителей активного ила [22].

При ориентировочном просмотре проб можно вести учет частоты встречаемости организмов индикаторов по балльной системе, когда оценивается относительная численность организмов по условной пятибалльной шкале, представленной в таблице 1.

Таблица 1.- Условные баллы встречаемости организмов

Частота встречаемости организмов	Цифровое обозначение частоты встречаемости (баллы)
единично	1
мало	2
порядочно	3
много	4
масса	5

Преимущества - быстрота выполнения анализа (10-15 мин), поэтому использовать этот метод лучше при массовых анализах. Недостаток - субъективность оценки, невысокая точность. Необходимо тщательно перемешать пробу, затем отбирается некалиброванная капля в объеме $0,1 \text{ см}^3$.

При учете используется покровное стекло $24 \times 24 \text{ мм}$. Просматривается 2-3 капли, в каждой по 40 полей зрения, причем препарат проводят зигзагообразно, так, что материал просматривается практически полностью. Учет производится при увеличении 5×10 или 10×10 . Учету подлежат все встречающиеся организмы.

2.2.2 Результаты исследования

Исследования проводились в санитарной лаборатории ОТК-ЦЗЛ в период с января по март 2008г. Это заводское подразделение включает в себя несколько самостоятельных участков: товарная лаборатория, контрольная, исследовательская и санитарная. На базе ОТК - ЦЗЛ и лаборатории службы технического надзора создан Испытательный центр, аккредитованный в Государственной системе сертификации Республики Казахстан. Лаборатория оснащена специальным оборудованием, в ней осуществляется контроль за качеством выпускаемой продукции, выбросов в атмосферу и сточных вод.

До настоящего времени не существует совершенной системы биоиндикации процесса биологической очистки, и остается справедливым утверждение о множестве разноречивых данных, трактующих взаимосвязь качества очистки и специфических организмов (Curds, Cockburn, 1970). Это объясняется прежде всего особенностями биоценоза активного ила, его высокими адаптационными свойствами что позволяет развиваться одним и тем же видам в разных экологических; зонах; влиянием на его развитие сложного комплекса биотических и абиотических факторов.

Основными факторами, воздействующими, на биоценоз ила, являются: температура, состав очищаемых сточных вод и наличие в них токсичных

веществ, влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов; фактические концентрации и разнообразие растворенных питательных веществ, используемых микроорганизмами для роста; содержание растворенного кислорода в иловой смеси.

Биоценоз активного ила формируется из наиболее устойчивых к данным сточным водам бактериальных штаммов с соответствующими пищевыми потребностями, видовое разнообразие простейших определяется степенью разложения органических загрязняющих веществ. Эффективность очистки обеспечивается наличием многокомпонентных ферментных систем. Важно, чтобы в системе очистки присутствовали организмы способные одновременно окислять большие количества разнообразных субстратов. В этом преимущество активного ила с большим видовым разнообразием перед культурами, адаптированными к отдельным видам загрязнения при очистке сточных вод смешанного состава.

Изменения в структуре биоценоза происходят в соответствии с законами гетерогенной сукцессии (последовательной замены одного биоценоза на другой, возникающей в пределах одного биотопа под влиянием процессов внутреннего развития сообщества и в результате изменений окружающей среды). Активный ил в сравнении с природными биоценозами в значительно большей степени подвержен антропогенному воздействию, нежели влиянию внутреннего развития. Постоянно меняющиеся условия среды, окружающей активный ил, создают предпосылки для адаптации как в сторону усложнения, так и в сторону упрощения сообщества. Знание сукцессионных процессов в активном иле позволяет оперативно выявлять воздействующие факторы, прогнозировать изменения в процессе очистки сточных вод и, следовательно, управлять этим процессом.

Как и в других водных сообществах, характер реакции биоценоза активного ила на неблагоприятное воздействие, проявляется в снижении видового разнообразия. Чувствительные к неблагоприятному воздействию виды могут исчезнуть совсем или резко снизить численность, в то время как устойчивые становятся еще обильнее. Если действие неблагоприятного фактора нарастает или долго сохраняется, затрагиваются все новые виды биоценоза и, в результате, при минимальном видовом разнообразии наблюдается максимальная численность наиболее устойчивых видов.

Гидробиологический анализ производился нами дважды в неделю, по вторникам и четвергам. Анализируя данные с января по март 2008г. получены результаты, представленные в таблицах 2-4.

В ходе проводимых исследований установлено, что основными представителями биоценоза активного ила очистных сооружений АО «ПНХЗ» являются: саркодовые, зооглеи, нитчатые бактерии, жгутиковые, равноресничные, разноресничные, брюхоресничные, кругоресничные, и сосущие инфузории, коловратки, черви, водные клещи, личинки насекомых, ракообразные. В сооружениях биологической очистки бактерии существуют в виде компактной или рыхлой массы, образуя скопления, особая форма

Таблица 2 - Видовой состав активного ила за январь 2008 г.

Точка отбора	Класс	Саркодовые Carcodina		Жгутиковые Flagellata			Инфузории Ciliata					Коло- вратки Rotatoria	Черви Vermes		Водный клещ Hydracarina	Личинки насекомых Psichoda	Рако- образные Cyclops	Нитчатые	Sooglea gamideta
		Amoibida	Testacida	Крупные	Мелкие	Колониальные	Равно- ресничные	Heterotricha Разноресничные	Hypotricha Брюхоресничные	Peritricha Кругоресничные	Sustorida Сосушие								
A55		-	-	+	+	+	4	-	-	2	3	3	+	+	-	-	+	-	
A56		-	-	-	+	+	5	-	-	3	4	3	+	-	-	-	+	+	
A57		2	-	-	+	+	6	1	-	5	4	3	+	-	-	-	+	-	

Примечание: Цифрами указано количество обнаруженных видов, + наличие представителей, - отсутствие представителей

Таблица 3 - Видовой состав активного ила за февраль 2008 г.

Точка отбора	Класс	Саркодовые Carcodina		Жгутиковые Flagellata			Инфузории Ciliata						Коло- вратки Rotatoria	Черви Vermes		Водный клещ Hydracarina	Личинки насекомых Psichoda	Рако- образные Cyclops	Нитчатые	Sooglea ramidera	
		Amoibida	Testacida	Крупные	Мелкие	Колониальные	Равно- ресничные	Heterotricha			Hypotricha	Peritricha		Кругоресничные	Sustorida						Cocythidae
								Amoibida	Testacida	Крупные											
A55		-	+	+	+	+	5	-	-	4	3	5	4	+	+	-	+	-			
A56		1	+	+	+	+	7	2	1	4	4	4	3	-	+	+	+	+			
A57		3	-	-	+	+	8	3	-	6	4	4	5	+	+	+	+	-			

Примечание: Цифрами указано количество обнаруженных видов, + наличие представителей, - отсутствие представителей

Таблица 4 - Видовой состав активного ила за март 2008 г.

№ п/п	Класс	Саркодовые Carcodina	Жгутиковые Flageliata			Инфузории Ciliata				Коло- вратки Rotatoria	Черви Vermes		Водный клещ Hydracarina	Личинки насекомых Psichoda	Рако- образные Cyclops	Нитчатые	Sooglea ramidera
			Крупные	Мелкие	Колониальные	Равно- ресничные		Heterotricha	Разноресничные	Hyproticha	Брюхопесчаные	Petiticha	Кругоресничные	Sustorida	Сосущие		
A55		2	-	+	+	8	1	-	5	7	5	6	+	+	+	+	-
A56		3	-	+	+	9	1	-	8	8	8	7	+	+	+	+	+
A57		4	-	-	+	11	1	-	10	8	7	7	+	+	+	+	-

Примечание: Цифрами указано количество обнаруженных видов, + наличие представителей, - отсутствие представителей

флокуляции бактерий называется зооглеями, представленными на рисунках 1,2.

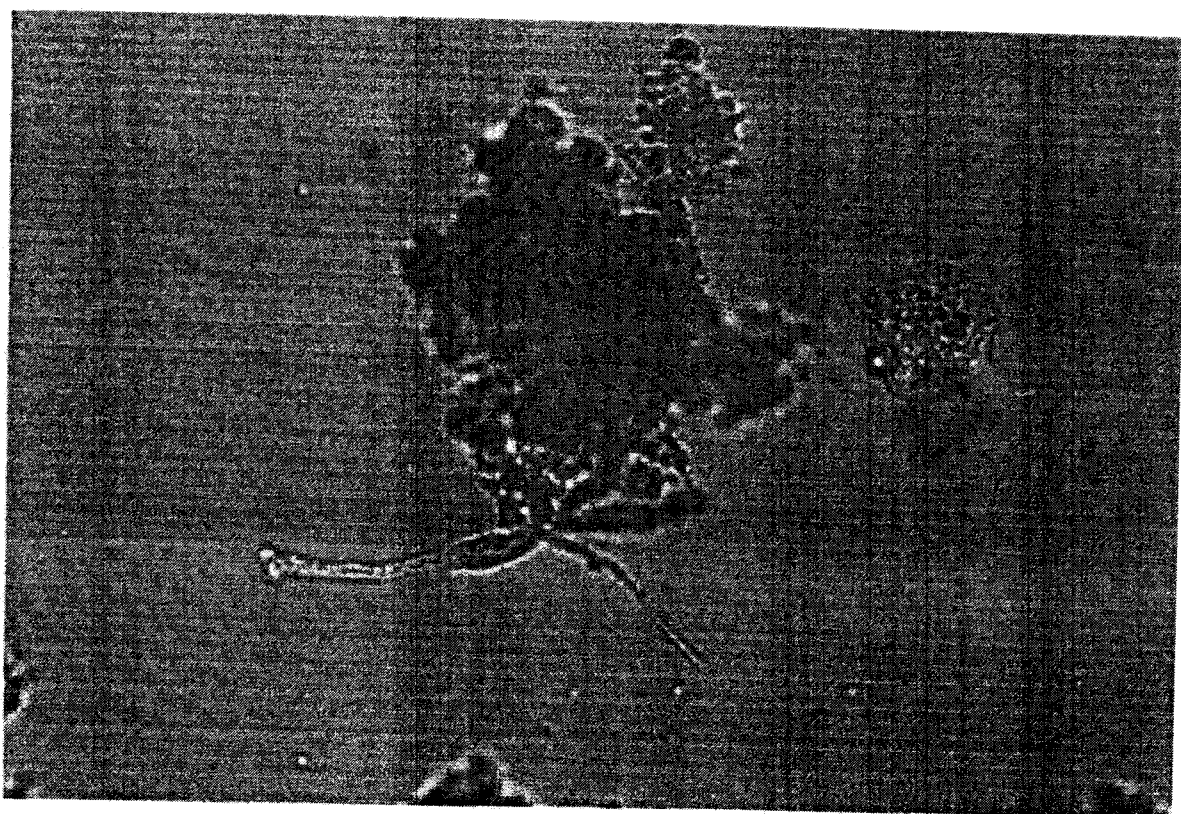


Рисунок 1 – Зооглея рамигера

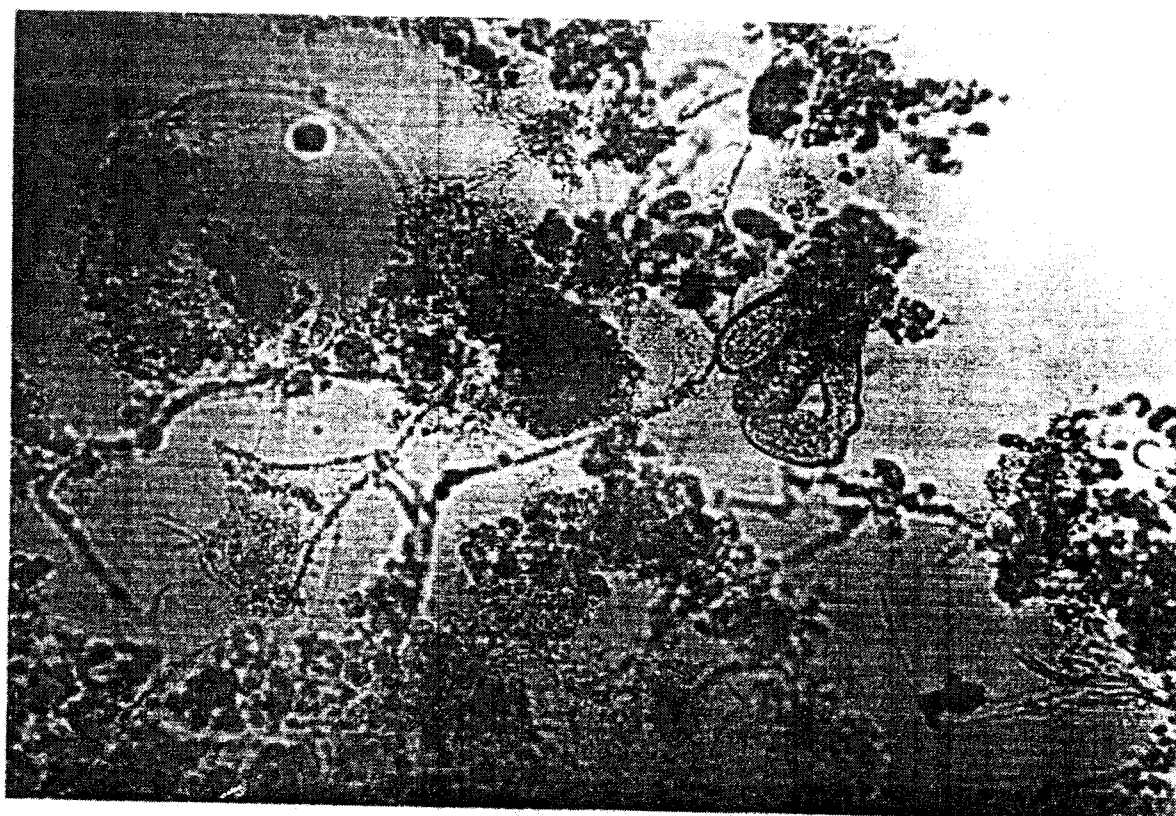


Рисунок 2 – Зооглея ува

Развитие и характер зооглей зависил от качества поступающей сточной жидкости и параметров [23].

Зооглеи представляют собой желеобразную массу экзополисахаридного геля с вкраплениями бактериальных клеток шаровидной (размер 0,5-1,0 мкм) или палочковидной формы (длина 1-5 мкм).

Вещества, которые целесообразно удалять из сточных вод биохимической очисткой указываются в справочниках. Для установления возможности подачи промышленных сточных вод на биохимические очистные сооружения устанавливают максимальные концентрации органических веществ, которые не влияют на процесс биохимического окисления и на работу очистных сооружений. При этом необходимо, чтобы сточные воды не содержали ядовитых веществ и примесей солей тяжелых металлов. Технологическая схема переработки сточных вод предусматривает контроль по ряду параметров. Усредненные данные, полученные в результате исследований приводятся в таблицах 5 - 7.

Анализируя полученные данные установлено, что при возрастании нагрузок на активный ил, а также при воздействии токсичных сточных вод в иловой смеси резко возрастает кислородопоглощаемость, что приводит к изменению функционального состояния активного ила и структурным изменениям, характеризующим дефицит кислорода в иловой смеси. В массе развиваются толерантные к недостатку кислорода бесцветные жгутиконосцы, свободноплавающие инфузории, нитчатые бактерии. При гидробиологическом исследовании легко выявляются признаки угнетения равноресничных, разноресничных инфузорий, ракообразных, жгутиковые, саркодовые и колероваток.

Подтип саркодовых (Sarcodina), характеризуются мягкой изменчивой формой тела и передвижением с помощью псевдоподий, и раковинных амёб (подкласс Testacealobosia и класс Filosea), которые несут раковину из органического вещества и различных минеральных включений.

Голые амёбы питаются бактериями, мелкими простейшими и растворенными в воде питательными веществами. Такой разнообразный тип питания позволяет предположить значительную роль голых амёб в очистке сточных вод. Иногда в активном иле встречаются жгутиковые стадии голых корненожек.

При высокой нагрузке в активном иле развиваются многочисленные мелкие (100 мкм) амёбы, так называемой группы "limax", имеющие удлиненную форму с одной подвижной псевдоподией [24]. Эта группа, по-видимому, представляет собой несколько видов амёб с разными циклами развития, устойчивыми к действию температур и химических факторов.

Индикаторное значение инфузорий определяется их способом питания и ассоциацией с хлопьями активного ила [25]. Степень ассоциированности инфузорий с хлопьями зависит от зрелости последних. Питающаяся сосущая инфузория показана на рисунках 3,4.

Таблица 5– химический состав сточных вод за январь 2008 г.

	Сточные воды I системы до песколовок МО	Сточные воды I системы после нефтеловушки МО	Сточные воды I системы после радиальных отстойников МО	Сточные воды I системы после флотаторов МО	Раствор биогенных добавок 55	Вторичный радиальный отстойник I системы	Дозатор водного раствора $Al_2(SO_4)_3$	Бак хранилище водного раствора $Al_2(SO_4)_3$
Жесткость общая мг-экв/дм ³	2,25			2,25				
Взвешенные вещества (мех.примеси) мг/дм ³	81,0	59,0	38,0	12,7		8,7		
Синтет. поверх. активное вещество СПАВ мг/дм ³				0,28				
Щелочность общая мг-экв/дм ³	1,4			0,95				
Концентрация коагулянта %							7,9	15,2
Нитраты N03 мг/дм ³	0,33			0,28		0,27		
Нитриты N02 мг/дм ³	0,352			0,189		0,241		
РН (актив. реакция среды) ед.	7,5			7,1				
Биологич. потребность кислорода на 20 сутки мг02/дм ³				132,85		19,8		
Биологич. потребность кислорода на 5 сутки мг02/дм ³				102,50		27,30		
Химическое потребление кислорода мг/дм ³				187,5		99,1		
Солеосодержание (сухой ост. весовой) мг/дм ³	295,4			369,9				
Нефтепродукт (содер. веществ экстраг.гекс.) мг/дм ³	283,9		71,0	12,87		3,1		
Сульфаты (S04) мг/дм ³	199,1			225,0				
Сульфиды мг/дм ³	0,318							
Фенолы мг/дм ³	1,820			1,3100		0,0115		
Фосфаты растворимые мг/дм ³	0,169			0,145	7,9	0,285		
Хлориды мг/дм ³	43,9			28,5				
Содержание растворимого кислорода мг/л						4,2		
Аммоний солевой по (N) мг/дм ³	34,5			43,3		43,7		

Таблица 6 – химический состав сточных вод за февраль 2008 г.

	Сточные воды I системы до песколовок МО	Сточные воды I системы после нефтеловушки МО	Сточные воды I системы после радиальных отстойников МО	Сточные воды после флотаторов МО	Раствор биогенных добавок 55	Вторичный радиальный отстойник I системы	Дозатор водного раствора $Al_2(SO_4)_3$	Бак хранилище водного раствора $Al_2(SO_4)_3$
Жесткость общая мг-экв/дм ³	2,15			2,15				
Взвешенные вещества (мех.примеси) мг/дм ³	72,0	64,0	49,0	15,7		8,7		
Синтет. поверх. активное вещество СПАВ мг/дм ³				0,31				
Щелочность общая мг-экв/дм ³	1,12			0,89				
Концентрация коагулянта %							7,9	15,2
Нитраты N03 мг/дм ³	0,29			0,21		0,27		
Нитриты N02 мг/дм ³	0,268			0,148		0,216		
РН (актив. реакция среды) ед.	7,2			6,9				
Биологич. потребность кислорода на 20 сутки мгO2/дм ³				132,85		19,8		
Биологич. потребность кислорода на 5 сутки мгO2/дм ³				109,10		18,00		
Химическое потребление кислорода мг/дм ³				182,5		109,1		
Солесодержание (сухой ост. весовой) мг/дм ³	264,4			322,9				
Нефтепродукт (содер. веществ экстраг.гекс.) мг/дм ³	221,9		50,0	10,75		2,3		
Сульфаты (S04) мг/дм ³	173,3			218,0				
Сульфиды мг/дм ³	0,100							
Фенолы мг/дм ³	1,100			1,0000		0,0105		
Фосфаты растворимые мг/дм ³	0,159			0,118	6,1	0,332		
Хлориды мг/дм ³	37,8			28,5				
Содержание растворимого кислорода мг/л						3,2		
Аммоний солевой по (N) мг/дм ³	28,2			36,9		39,9		

Таблица 7— химический состав сточных вод за март 2008 г.

	Сточные воды I системы до песколовок МО	Сточные воды I системы после нефтеловушки МО	Сточные воды I системы после радиальных отстойников МО	Сточные воды I системы после флотаторов МО	Раствор биогенных добавок 55	Вторичный радиальный отстойник I системы	Дозатор водного раствора $Al_2(SO_4)_3$	Бак хранилище водного раствора $Al_2(SO_4)_3$
Жесткость общая мг-экв/дм ³	2,85			2,7				
Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³	107,0	82,0	61,0	10,1		8,4		
Синтет. поверх. активное вещество СПАВ мг/дм ³				0,22				
Щелочность общая мг-экв/дм ³	0,9			1,3				
Концентрация коагулянта %							9,3	17,4
Нитраты N03 мг/дм ³	0,08			0,21		0,21		
Нитриты N02 мг/дм ³	0,175			0,148		0,179		
РН (актив. реакция среды) ед.	7,0			7,9				
Биологич. потребность кислорода на 20 сутки мгО2/дм ³				142,9		26,5		
Биологич. потребность кислорода на 5 сутки мгО2/дм ³				134,0		20,00		
Химическое потребление кислорода мг/дм ³				196,8		1123,2		
Солесодержание (сухой ост. весовой) мг/дм ³	212,6			318,0				
Нефтепродукт (содер. веществ экстраг. гекс.) мг/дм ³	195,7		50,0	8,9		2,1		
Сульфаты (S04) мг/дм ³	276,2			206,0				
Сульфиды мг/дм ³	0,09							
Фенолы мг/дм ³	1,000			0,8000		0,0100		
Фосфаты растворимые мг/дм ³	0,227			0,170	6,1	0,370		
Хлориды мг/дм ³	59,3			21,6				
Содержание растворимого кислорода мг/л						4,8		
Аммонийный солевой по (N) мг/дм ³	28,2			24,7		47,1		

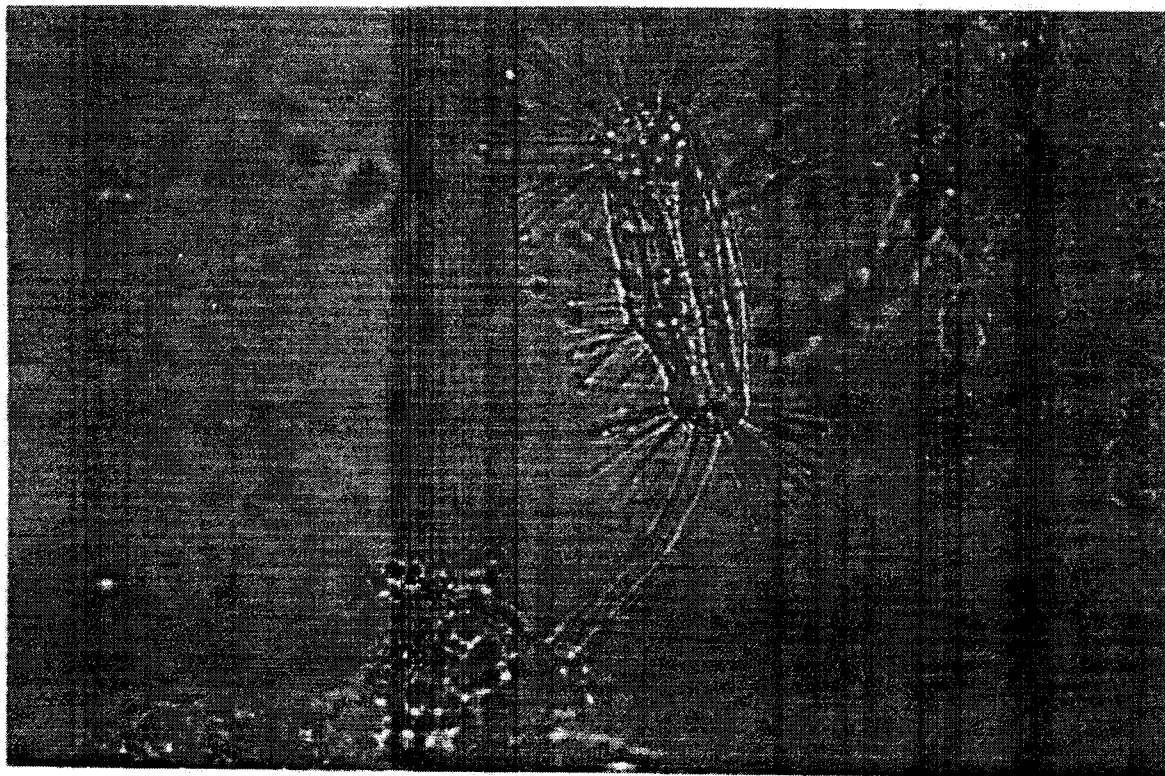


Рисунок 3 – Сосущая инфузория

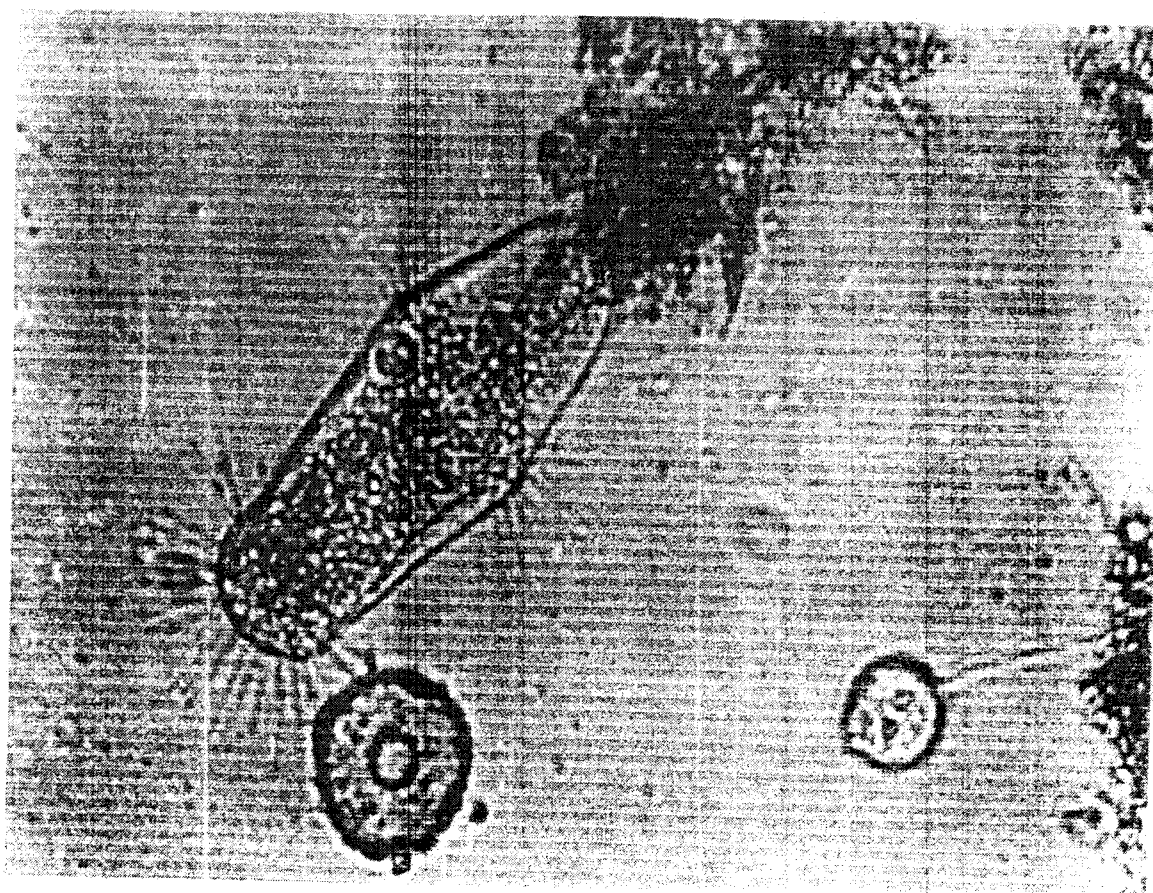


Рисунок 4 – Питающаяся сосущая инфузория

В активном иле с мелкими диспергированными хлопьями преобладают крупные свободноплавающие инфузории, поедающие свободноживущих бактерий. В процессе формирования хлопьев количественное развитие получают хищные свободноплавающие и брюхоресничные инфузории, ползающие по поверхности хлопьев и выедающие бактерии. Перитрихи прикрепляются непосредственно к хлопьям своими стебельками и их появление связано с завершением процесса развития и формирования хлопьев. Функция прикрепленных инфузорий - снижать мутность воды, завершая процесс очистки и выедавая бактерий, утративших связь с хлопьями.

Цилиаты в активных илах подвержены значительным количественным популяционным, а также видовым и родовым изменениям под влиянием различных условий в процессе биологической очистки (Curds, Cockburn, 1970; Банина, 1900; Бараусова, 1990). Поэтому при оценке состояния очистки им уделяется первоочередное внимание.

Многие индивидуальные виды являются индикаторами принципиально различных состояний процесса очистки. Присутствие большого числа *Vorticella campanula* и *Vorticella nebulifera* указывает на недогрузку ила, в то время как *Vorticella microstoma* характеризует противоположные условия (Курдс, 1969).

При характеристике технологического процесса очистки физиологическое состояние ресничных инфузорий имеет существенное значение. Инфузории, как и большинство простейших, обладают способностью при наступлении неблагоприятных условий выделять вокруг своего тела особую оболочку, т.е. инцистироваться, и таким способом временно избегать влияния окружающей среды или, по крайней мере, уменьшать это влияние. Цисты простейших могут иметь разнообразную форму и строение, большей частью они шаровидные. Во время инцистирования все жизненные процессы в клетке замедляются и организм переходит в состояние анабиоза. Многие инфузории выдерживают полное высыхание и сохраняют при этом жизнеспособность в течение нескольких лет.

Колебания нагрузки приводят к морфологическим и физиологическим изменениям у прикрепленных инфузорий. С возрастанием нагрузки форма тела от вытянутой изменяется в бочкообразную и до округлой, возрастает численность пищеварительных вакуолей и сужается перистом. При воздействии токсичных сточных вод зооиды отрываются от стебельков, измельчаются, ресничный диск закрывается.

Ресничные инфузории различаются между отдельными видами по форме тела и внутреннему строению, обычные размеры 30-100 мкм, некоторые виды достигают размеров до 1 мм; для движения и принятия пищи служат реснички.

С увеличением содержания органических загрязняющих веществ в сточных водах, а также при различных нарушениях технологического режима очистки в активном иле возрастает доля крупных бактериофагов, свободноплавающих инфузорий *Chilodonella cucullulus* (150 мкм). Другие характерные виды: *Chilodonella uncinata* (90 мкм), форма овальная; *Amphileptus claparedei* (130 мкм), овальное тело спереди немного вытянуто и косо срезано; в перегруженном иле встречаются: *Tetrahymena compressum*, вид толерантный к

42
анаэробным условиям, сероводороду и углекислоте; *Paramecium caudatum* (30 мкм), тело продолговатое, задний конец сужен, заметны хвостовые щетинки; *Paramecium putrinum* (100 мкм); *Paramecium aurelia*, задний конец закруглен. Перечисленные виды развиваются в массе при диспергировании хлопьев ила, в биоценозе высоконагружаемых аэротенков, отдельные представители свидетельствуют о возможном залеживании и гниении ила в аэротенках или отстойниках, также характеризуются выносливостью к недостатку кислорода.

Инфузории с расположением небольшого количества ресничек на брюшной стороне тела, которыми они пользуются как ножками, быстро передвигаясь по хлопьям активного ила, называются брюхоресничными. *Aspidisca costata* наиболее распространена в активном иле нормально работающих аэротенков. Однако, из-за широкого диапазона толерантности к разнообразным факторам среды часто встречаются в илах различных условий очистки. Размер 50 мкм, цирры без зубцов, на спинной стороне 6 ребер. *Aspidisca lynceus* (без ребер на спинной стороне) и *Aspidisca turrita* (3 ребра) - брюхоресничные инфузории, встречающиеся при снижении нагрузок, с хорошо протекающими процессами нитрификации.

Водные клещи. В хорошем активном иле редко встречается небольшое количество водных клещей, относящихся к классу паукообразных. Тело клеща не расчленено как у насекомых, а представляет собой монолитный хитиновый панцирь. Клещи активного ила очень мелки, но хорошо заметны в микроскоп, вследствие темной окраски хитина. На брюшной стороне хорошо различимы 8 пар ног на голове есть глаза и две пары жвал. Клещи развиваются в хорошо минерализованном, иногда в голодающем активном иле. Более часто они встречаются в биофильтрах.

Коловратки (*Rotifera*) (от латинского *rota* - колесо, *ferre* - нести) - многоклеточные организмы (от 40 мкм до 2,5 мм) [26]. Тело коловраток не сегментировано, но делится на голову, туловище и ногу, иногда эти отделы не выражены. Некоторые виды коловраток покрыты панцирем, они развиваются обычно в низконагружаемом активном иле формирующем высокое качество очистки беспанцирные коловратки, такие как *Rotaria rotatoria*, представленная на рисунках 5, 6. Для коловраток характерно самостоятельное плавание при помощи коловращательного аппарата, расположенного на переднем конце тела, реснички которого постоянно мерцают, привлекая пищу в виде мелкой взвеси к ротовому отверстию. Коловратки - сложно организованные животные, имеющие мускулатуру и органы пищеварительной системы. Имеются нервные узлы и головной мозг.

Первичнополостные черви. В активном иле из первичнополостных червей встретили круглые черви нематоды (*Nematoda*, от греческого *пета* - нить, *eidos* - форма). Отличить от остальных червей их можно по движению, они лишены поперечной мускулатуры и поэтому двигаются, изгибая тело и не меняя своей толщины. В биоценоз активного ила входят несколько видов нематод, которые в незначительных количествах могут развиваться в хорошо работающем иле. Заметное количество может указывать на залеживание, плохое перемешивание ила недостаточную аэрацию поскольку нематоды предпочитают застойные

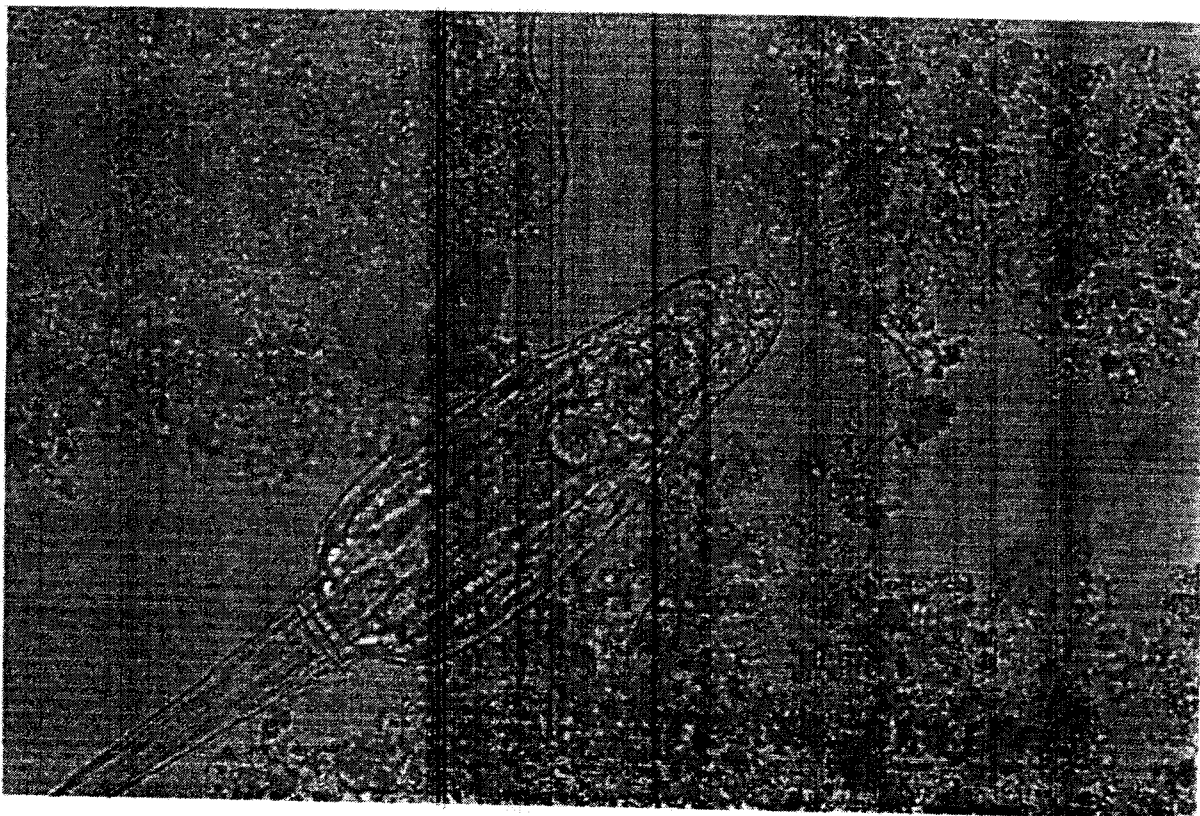


Рисунок 5 - Коловратка



Рисунок 6 - Коловратка

зоны. Нематоды пропускают часть иловой массы; через свой кишечник, часто не успевая переваривать ее, что приводит иногда к их гибели. Хлопья от пищеварительной деятельности хорошо минерализуются, уплотняются.

К наиболее значительным, воздействующим на состояние биоценоза факторам, кроме нагрузок, следует отнести влияние токсичных сточных вод и недостаток кислорода в иловой смеси [27]. В условиях устойчивых нагрузок на активный ил при отсутствии токсичных примесей в сточных водах, поступающих на очистку, значительная часть микробной популяции связана с хлопком активного ила.

3 Выводы и предложения

Сточные воды сбрасывают нефтеперерабатывающие, нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза, коксохимические и др. В стоках содержатся разные нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества. Вредоносное действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды.

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей, Мирового океана. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т.д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека.

В результате исследования химического состава сточных вод АО «ПНХЗ», было выявлено, что содержание вредных токсических веществ не превышает допустимых норм. Таким образом, выбранный режим работы очистных сооружений на предприятии доказывает высокое качество очистки сточных вод.

Данный видовой состав организмов активного ила свидетельствует о благополучии биологической системы аэротенков, высокой эффективности очистки и устойчивости биоценоза к повреждающему воздействию токсичных сточных вод, а следовательно подтверждает эффективность работы очистных сооружений предприятия.

Предложения по устранению неблагоприятных факторов (токсичные сточные воды):

1. При возрастании численности диспергированных бактерий, не связанных с хлопьями ила, зооглейных форм, мелких раковинных планктонных амёб, нитчатых серобактерий или синезелёных микроводорослей инцистированных форм простейших устранить поступление токсиканта, увеличить срок первичного отстаивания сточных вод, усилить аэрацию.
2. Заразить аэротенки здоровым, отобранным из других сооружений илом (1 дм³ ила на 1 м³ аэротенка).
3. При возрастании численности нитчатых бактерий, всех видов бентосных раковинных амёб увеличивать концентрацию активного ила в аэротенках, увеличивать объём регенераторов до 50%, улучшать аэрацию.
4. При возрастании численности мелких голых амёб, мелких бесцветных жгутиковых, крупных свободноплавающих инфузорий бактериофагов, нитчатых серобактерий повышать интенсивность аэрации.
5. Ликвидировать зоны застоя ила.

Заключение

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рационального использования для нужд народного хозяйства - одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. В Казахстане широко осуществляются мероприятия по охране окружающей среды, в частности по очистке производственных сточных вод.

Одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов является внедрение новых технологических процессов производства, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах.

Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дают возможность полностью ликвидировать сбрасывание сточных вод в поверхностные водоемы, а свежую воду использовать для пополнения безвозвратных потерь. В химической промышленности намечено более широкое внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, дающих наибольший экологический эффект. Большое внимание уделяется повышению эффективности очистки производственных сточных вод.

Существенно влияние на повышение водооборота оказывает внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод.

Таким образом, охрана и рациональное использование водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

Список использованной литературы

1. Карюхина, Т.А.. Контроль качества воды. М.: Стройиздат, 1986.-241с.
2. Унифицированные методы исследования качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ.
- 3.Поруцкий, Ф.И. Биохимическая очистка сточных вод органических производств.- М.: Химия,1992.-192 с.
- 4.Роговская,Ц.И. Биохимический метод очистки производственных сточных вод. М.: Стройиздат,1997 140 с.
- 5 Троицкий, А.С, Сорокин, Ю.И.. О методе расчета бактериальной биомассы в водоема // Труды Института биологии внутренних вод АН СССР, 1985-91 с.
- 6 Карюхина. Т.А. Химия воды и микробиология.-М.: Стройиздат,1988.-168с.
7. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков ;под редакцией В.Н. Соколова.- М: Стройиздат, 1992.-213с.
8. Туровский., И.С. Обработка осадков сточных вод .-М: Стройиздат, 1984г.
9. Фауна аэротенков;. под ред. Л.А.Кутиковой, Л.: Наука, 242 с.
10. Жмур, Н.С., Джикия, М.Г.. Особенности бионаселения активного ила при биологической очистке сточных вод путем сочетания процессов нитрификации и денитрификации // Симпозиум стран СЭВ по комплексным методам контроля качества природной среды: Тезисы докладов, М.,1984.- 50 с.
11. Жмур, Н.С. Применение флуорохромов при контроле за работой биологических очистных сооружений // Передовой производственный и научно-технический опыт в мелиорации и водном хозяйстве, рекомендуемый для внедрения. Информ. сборник ЦБНТИ. М.,1990.- 45-52с.
12. Жмур Н.С., Джикия М.Г. Особенности бионаселения активного ила при биологической очистке сточных вод путем сочетания процессов нитрификации и денитрификации // Симпозиум стран СЭВ по комплексным методам контроля качества природной среды: Тезисы докладов. М.,1990.-50с.
13. Унифицированные методы исследования качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. Ч. IV. Микробиологические методы. 1985. М., 269 с.
14. Беляева, М.А., Гюнтер, Л.И.. Биоценозы активных илов высоконагружаемых аэротенков и аэротенков с длительным периодом аэрации //Докл. Моск о-ва испытателей, природы М,1991.-С. 88-90
15. Троицкий, А.С, Сорокин, Ю.И.. О методе расчета бактериальной биомассы водоема // Труды Института биологии внутренних вод АН СССР, 1993.-91с.
16. Банина, Н.Н.. Оценка технологического процесса очистки воды по состоянию активного ила // Фауна аэротенков (Атлас). Л.: Наука,1971.-С.24-31.
17. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. "Химия воды и микробиология" М: Стройиздат, 1983г
- 16.Роговская, Ц.И.. Биохимический метод очистки производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 140 с.
- 19 Турсынханов, Д.Ж. Реформирование собственности Павлодарского нефтехимического завода // Социальные и экономические аспекты развития

- региона: потенциал, проблемы и перспективы.-2001.- ч1.- 139.
20. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками.. М., 1996 .-С.77-96
21. Методика технологического контроля работы очистных сооружений. М: Стройиздат, 1977г
- 22.Рекомендации по проведению оперативного гидробиологического контроля на сооружениях биологической очистки с аэротенками. М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1993.- 27 с.
23. Банина Н.Н.. Экология инфузорий активного ила //-Экология морских и пресноводных свободноживущих простейших: Сб. научных трудов зЛ.: Наука, 1995.-С.143
24. Гельцер, Ю.Г. Корганова, Т.А. Почвенные раковинные амебы и методы их изучения. М.: Изд-во Московского ун-та,1985.-79 с.
25. Бараусова, О.М. Адаптивная изменчивость инфузорий -рода *Vorticella* (*Peritricha Sessilina*) // Экология морских и пресноводных. свободноживущих простейших:Сб.-науч. трудов. Л.: Наука,1990.-С ^93-^97:
26. Кутикова, Л.А.. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука,1985.- 744 с.
- 27 Липеровская, Е.С., Исаева, Л.А Индикаторные организмы активного ила на сооружениях биологической очистки // Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М., 1998.-С.149-154.
28. Очистные сооружения газонефтеперекачивающих станций и нефтебаз: учебное пособие для вузов.- М.: Недра, 1981.- 245 с.
29. Радионов, А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьев.- М: Химия, Колос, 2007.- 392 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений)
30. Козлов, М.И. Мониторинг биохимической активности ила московских очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника.-2006.- №11.- С.49-55
31. Швецов, В.Н. Развитие биологических методов очистки производственных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника.-2006.- №12.- С.30-33
32. Ковалева,Н.Г. Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности-М.: Химия,1992.-192с.