

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»
20.03.01 Техносферная безопасность
профиль «Инженерная защита окружающей среды»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: **Разработка аквакомплекса на базе ТЭЦ с использованием
технологий культивирования аквакультуры и получения биодизеля**

Студент

И.М. Максимов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.В. Заболотских

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Зав. кафедрой

«Рациональное

природопользование

и ресурсосбережение» к.п.н., М.В.Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «РПиР»
_____ М.В.Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
« _____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
на бакалаврскую работу

Студент: Максимов Илья Михайлович

1. Тема: Разработка аквакомплекса на базе ТЭЦ с использованием технологий культивирования аквакультуры и получения биодизеля.
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016.
3. Исходные данные бакалаврской работы:
4. Содержание бакалаврской работы:
 - 4.1. Анализ проблемы антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду на примере г.о. Тольятти.
 - 4.2. Разработка технологической схемы создания аквакомплекса с замкнутым водооборотным циклом на базе ТЭЦ г.о. Тольятти.
 - 4.3. Разработка схемы аквакомплекса на территории ТЭЦ.
5. Дата выдачи задания «16» марта 2016г.

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

В.В. Заболотских

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

И.М. Максимов

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «РПиР»
_____ М.В.Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента: Максимова Ильи Михайловича

по теме: Разработка аквакомплекса на базе ТЭЦ с использованием технологий культивирования аквакультуры и получения биодизеля.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	25.03.2016			
Анализ проблемы антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду на примере г.о. Тольятти	06.04.2016			
Разработка технологической схемы создания аквакомплекса с замкнутым водооборотным циклом на	27.04.2016			

базе ТЭЦ г.о. Тольятти				
Разработка схемы аква-комплекса на территории ТЭЦ	15.05.2016			
Заключение	01.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

В.В. Заболотских

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

И.М. Максимов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнил: Максимов И.М.

Тема работы: Разработка аквакомплекса на базе ТЭЦ с использованием технологий культивирования аквакультуры и получения биодизеля.

Научный руководитель: Заболотских В.В.

Цель бакалаврской работы – снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе создания аквакомплекса на территории ТЭЦ и получения экологичного биотоплива из аквакультуры.

В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ проблемы антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду и путей её решения в результате создания аквакомплекса на базе ТЭЦ и возможности его применения в г.о. Тольятти.

2. Разработать аквакомплекс на базе ТЭЦ с использованием технологий культивирования аквакультуры и получения из них биодизеля.

3. Разработать технологическую модель и схему процесса получения биотоплива из аквакультуры аквакомплекса на базе ТЭЦ.

4. Разработать технологию получения биодизеля из культивируемых водорослей и водных растений.

5. Провести эколого-экономический анализ эффективности создания аквакомплекса на базе ТЭЦ.

Объектом исследования в бакалаврской работе является энергетическое предприятие ПАО «Т Плюс» подразделение «ТЭЦ Волжского автозавода» («ТЭЦ ВАЗа»).

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка литературы из 64 источников. Общий объем работы, без приложений 56 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 1, рисунков – 16.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЭЦ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ Г.О. ТОЛЬЯТТИ	10
1.1 Характеристика ТЭЦ, как источника локального воздействия на окружающую среду	10
1.2 Особенности антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду на территории г.о. Тольятти	18
1.3 Теоретический анализ опыта создания эко-промышленных комплексов – аквакомплексов на базе ТЭЦ	21
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОЗДАНИЯ АКВАКОМПЛЕКСА С ЗАМКНУТЫМ ВОДОБОРОТНЫМ ЦИКЛОМ НА БАЗЕ ТЭЦ Г.О. ТОЛЬЯТТИ	26
2.1 Анализ существующей схемы водопользования и очистки воды ТЭЦ	26
2.1.1 Разработка новой технологической схемы водопользования и очистки воды совмещённой с аквакомплексом по замкнутому контуру	28
2.2 Разработка технологических решений совершенствования системы очистки воды для вторичного использования в аквакомплексе	30
2.2.1 Разработка решений по доочистке воды на основе использования аквакультуры в искусственных биопрудах	31
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АКВАКОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ТЭЦ	39
3.1 Расчёт эколого-экономической эффективности аквакомплекса	41
3.2 Экспериментальное получение биодизельного топлива из аквакультуры в лабораторных условиях	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее острой актуальной проблемой современного мира на рубеже двадцатого и двадцать первого века является глобальное загрязнение окружающей среды, которое угрожает не только отдельным странам и континентам, но и всей планете в целом. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в настоящее время – важные задачи современности.

На сегодняшний день наибольший урон окружающей среде наносится выхлопными газами от автотранспорта, хотя всего столетие назад пальма первенства была у стационарных источников, таких как предприятия теплоэнергетики.

Предприятия ТЭЦ являются самыми загрязняющими стационарными источниками, оказывающих негативное антропогенное воздействие на атмосферный воздух и природные водоёмы в результате сборов загрязнённых стоков. В городских территориях предприятия ТЭЦ по количеству загрязняющих веществ в атмосферу по стационарным источникам занимает первое место, а по общему количеству выбросов занимает второе место, уступая только быстрорастущему автотранспорту, несмотря на попытки, которого уменьшить негативное воздействие, путём снижения количества и качества выбрасываемого выхлопа от сгорания традиционных видов топлива.

Промышленные предприятия – это потребители больших объемов воды и источники загрязнения окружающей среды. Возрастающие сырьевые, энергетические, экологические ограничения создают предпосылки для пересмотра основных критериев эффективности производства, условий его экологизации.

Приоритетными направлениями в решении проблемы охраны водных ресурсов на современном этапе является сокращение сбросов сточных вод в водоемы и повышение качества очистки промышленных стоков за счёт ин-

женерных и технологических решений и модернизации существующей системы очистки сточных вод [25].

Для решения проблемы загрязнения воздуха выбросами и поверхностных вод промышленными стоками ТЭЦ можно рассматривать как перспективным и эффективным решением – организацию на базе ТЭЦ дочернего предприятия по разведению аквакультуры на основе совершенствования очистки сточных вод предприятия и создания замкнутого водоборотного цикла.

Конструкции замкнутого водообеспечения успешно используются за рубежом, а в России они пока незаслуженно невостребованные. Использование установок замкнутого водообеспечения открывает новые возможности экологизации предприятия и снижения воздействия сточных вод на окружающую среду.

Анализ мирового опыта показал, что перспективным решением этой проблемы является создание симбиотических эколого-промышленных комплексов, включая строительства на территории ТЭЦ аквакомплекса. Такой опыт уже существует в мире и имеет положительные эффекты, как в экологическом, так и в экономическом отношении. Создания аквакомплексов на территории промышленных предприятий может привести не к одному, а к нескольким экологическим эффектам, таким как: улучшения очистки сточных вод предприятия, энерго- и ресурсосберегающие решения использования нагретой воды, где температура из лимитирующего фактора, воздействующего на гидроценозы водоёмов, становится нужным условием для оптимального разведения аквакультуры, в том числе, рыборазведения. Кроме того, из аквакультуры (водорослей, макрофитов) можно создавать биофильтры для очистки природных водоёмов. И важным элементом использования аквакультуры может быть получение биотоплива из водорослей и водных растений, которое может стать альтернативной заменой существующему углеродородному топливу и влиять на улучшение экологического состояния атмосферного воздуха городов. Представляет практический интерес, насколько

создание аквакомплекса на территории ТЭЦ позволит экологизировать предприятие, снизить его антропогенную нагрузку на окружающую среду и получить дополнительные экономические преимущества, в результате реализации получаемой продукции.

В связи с этим, в рамках выполнения бакалаврской работы были поставлены следующие цели и задачи.

Цель работы: снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе создания аквакомплекса на территории ТЭЦ и получения экологичного биотоплива из аквакультуры.

В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ проблемы антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду и путей её решения в результате создания аквакомплексов на базе ТЭЦ и возможности и его применения в г.о. Тольятти.

2. Разработать аквакомплекс на базе ТЭЦ с использованием технологий культивирования аквакультуры и получения из них биодизеля.

3. Разработать технологическую модель и схему процесса получения биотоплива из аквакультуры аквакомплекса на базе ТЭЦ.

4. Разработать технологию получения биодизеля из культивируемых водорослей и водных растений.

5. Провести эколого-экономический анализ эффективности создания аквакомплекса на базе ТЭЦ.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЭЦ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ Г.О. ТОЛЬЯТТИ

1.1 Характеристика ТЭЦ, как источника локального воздействия на окружающую среду

Основным источником энергии в России и многих других странах мира является в настоящее время и будет, вероятно, оставаться в обозримом будущем тепловая энергия, получаемая от сгорания угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев. В 1993г. в России было получено 957,5 млрд кВт/ч электроэнергии, в том числе ТЭС 653 млрд кВт/ч, ГЭС— 185 млрд кВт/ч, АЭС — 1 21 млрд кВт/ч.

Деятельность теплоэнергетических предприятия оказывает существенное отрицательное воздействие на окружающую природную среду. Наиболее воздействие на окружающую среду оказывают химическое и тепловое загрязнение. Обычно при неполном сгорание топлива происходит, что при сжигании твердого топлива в котлах на ТЭС или ТЭЦ образуется большое количество диоксида серы, золы и канцерогенов. Эти вещества оказывают негативное воздействие на окружающую среду и отрицательно влияют на все компоненты природы. Например, диоксид серы, загрязняя атмосферу (табл. 1), вызывает кислотные дожди.

Таблица 1 - Загрязнение атмосферы при работе ТЭЦ на разных видах топлива, г/кВт/ч

Выброс	Вид топлива			
	каменный уголь	бурый уголь	мазут	природный газ
Диоксид серы	6,0	7,7	7,5	0,002
Монооксид азота	21,0	3,5	2,4	2,1
Твердые частицы	1,4	2,7	0,7	—
Соединения фтора	0,05	1,21	0,005	—

Кислотные дожди снижают рН почвы, уменьшая тем самым эффективность применения удобрений, изменяют кислотность вод, что отрицательно сказывается на видовом разнообразии водного сообщества. Диоксид серы также существенно влияет, и на наземную растительность.

В основном на энергетику по объему выброса в атмосферу приходится 26,6% от общего количества выбросов всей промышленности России. Объем выброса вредных веществ в атмосферный воздух в 1993 г. равнялся 5,9 млн т, SO — 42%, из них пыль — 31 %, N_xO_y — 23,5%.

Другим источником загрязнения окружающей среды в энергетике является сброс загрязненных сточных вод в водоемы. В середине 90-х гг. XX в. в России из 1,5 млрд. м³ сточных вод, требующих очистки, нормативно-очищенными сбрасывалось около 12%.

К источникам загрязнения подземных вод относятся многочисленные золошлакоотвалы. Наиболее загрязненными являются подземные воды Нижнего Новгорода (Сормовская ТЭЦ), Конаково (Конаковская ГРЭС) и в районе Курска (ТЭЦ-1) [48].

Саратов, Иркутск, Хабаровск, Ростов-на-Дону, Улан-Удэ, Чита, а также Южно-Сахалинск являются городами с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы, где влияние предприятий энергетики является определяющим.

ТЭЦ, как источник загрязнения атмосферного воздуха

Основные выбросы – это твёрдые частицы золы, оксиды серы (SO₂, SO₃), оксиды азота (NO_x), угарный газ (CO), углеводороды СН и бенз(а)пирен C₂₀H₁₂.

Сернистый ангидрид (SO₂) является одним из наиболее токсичных газообразных выбросов от предприятий теплоэнергетики. Приблизительно 99% всех выбросов сернистых соединений это сернистый ангидрид, содержащийся в уходящих газах котлоагрегатов. Его удельная масса составляет 2,93 кг/м³, температура кипения 195 °С. Время существования SO₂ в атмосфере сравнительно невелико. Время жизни для сернистого ангидрида в присут-

ствии аммиака и некоторых других веществ составляет всего лишь несколько часов. При относительно чистом воздухе оно достигает 15-20 дней [59].

Воздействие серы на флору и фауну, а также взаимодействие с различные вещества разнообразно и зависит от концентрации и от большого количества факторов окружающей среды.

Серный ангидрид, или триоксид серы SO_3 – это бесцветный газ, в воздухе вступает в реакцию с парами воды, образуя сернистую кислоту. Триоксид серы вызовет серьезные ожоги дыхательных путей и при приеме пищи.

Во время горения, азот, взаимодействуя с кислородом, образует ряд соединений: NO , NO_2 , N_2O , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 свойства, которых значительно отличаются. Продолжительность пребывания оксидов азота в атмосфере составляет от 100 часов до 4,5 лет. Более 90% всех выбросов оксидов азота приходится на монооксид азота NO . Монооксид азота является токсичным веществом, при вдыхании он негативно воздействует на дыхательные пути. В остальных 10% выбросов оксидов азота основную часть занимает диоксид азота NO_2 , который также токсичен, имеет резкий запах, и вызывает при больших концентрациях раздражение дыхательных путей.

Аэрозоли делятся на первичные, которые непосредственно выбрасываемые в воздух, и вторичные, которые образуются при превращениях в атмосфере. Продолжительность пребывания аэрозолей в атмосфере может составлять от нескольких минут до месяцев, в зависимости от большого количества факторов. Крупные аэрозоли на высоте 1 км существуют 2-3 суток, в тропосфере - 5-10 суток, в стратосфере - до нескольких месяцев.

Наиболее токсичным веществом в продуктах горения является бенз(а)пирен $C_{20}H_{12}$, который образуется в результате неполного сгорания топлива, из-за плохого смешивания топлива и окислителя. Для человека опасно вдыхать бенз(а)пирен тем, что он может аккумулироваться, накапливаться в организме. В результате длительного воздействия может привести к образованию злокачественных раковых опухолей [60].

Воздействие ТЭЦ на гидросферу

Предприятия ТЭЦ являются самыми загрязняющими стационарными источниками, оказывающих негативное антропогенное воздействие на атмосферный воздух и природные водоёмы в результате сборов загрязнённых стоков. Производство тепла и электроэнергии требует большого количества воды для работы тепловых электрических станций. В результате производства образуются промышленные стоки, которые по своему составу различны. Вода, прошедшая через конденсаторы турбин и воздухоохладители, нагревается на 8...10 °С, тем самым превышает температуру воды взятом из водоемного источника. Такая вода несёт тепловое загрязнение для природного водоёма.

Сбросы воды из систем охлаждения оборудования ТЭЦ приводят к тепловому загрязнению водоёма. Температура такой воды отрицательно влияет на биоценоз водоема. Во-первых, температура оказывает прямое воздействие на скорость протекания химических реакций, во-вторых, оказывает влияние на скорость восстановления дефицита кислорода. Процессы размножения гидробионтов ускоряются при повышении температуры.

При повышении температуры повышается чувствительность живых организмов к токсичным веществам. С увеличением температуры до +30 °С замедляется процесс размножения водорослей, рыбы испытывают стресс, медленно передвигаются и перестают питаться. Также, с увеличением температуры воды в водоёме уменьшается растворимость кислорода в воде.

Сброс нагретых сточных вод в водоем приводит резкому перепаду температуры, который может привести к гибели рыбы и представлять большую угрозу рыбному хозяйству. Воздействие сточных вод, превышающих температуру на 6...9 °С выше температуры речной воды, смертельно даже для рыб, приспособленных к летней температуре до + 25 °С.

Среднемесячная температура воды в расчетном створе водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования летом после сброса нагретой воды не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению с естественной среднемесячной температурой воды на поверхности водоема или водотока для наиболее жаркого месяца года. В летние дни температура

воды не должна повышаться более чем на 5 °С , для водоёмов предназначенных для разведения рыбы, по сравнению с температурой воды в месте водовыпуска. В расчетном створе наиболее жаркого месяца среднемесячная температура воды рыбохозяйственных водоемов не должна превышать 28 °С, а для водоемов предназначенных для выращивания холодноводных рыб (лососевых и сиговых) не должна превышать 20 °С.

Загрязнённые нефтепродуктами стоки, попадая в водоём, приводят к появлению у воды запаха и привкуса керосина. Нефтепродукты на поверхности водоёма образуют тонкую плёнку или масляные пятна, а тяжелые соединения нефтепродуктов оседают на дно водоемов. Образующаяся на поверхности плёнка разрушает процесс газообмена, а также затрудняет проникновение в воду световых лучей, загрязняет берега и прибрежную растительность.

Нефтепродукты, оказавшиеся в водоеме в процессе биохимического окисления, с течением времени разлагаются на углекислоту и воду. Тем не менее, данный процесс проходит медленно и зависит от температуры воды в водоёме, а также от количества микроорганизмов в ней и растворенного в воде кислорода. Плёнка нефтепродуктов в летнее время может разлагаться на 50...80% приблизительно через 5...7 дней, но при температуре ниже +10 °С процесс разложения идет очень медленно, а при температуре +4 °С и ниже процесс расщепления происходить не может.

Источником вторичного загрязнения воды являются донные отложения нефтепродуктов, процесс удаления которых происходит очень медленно и занимает большой промежуток времени.

Вода, содержащая в себе нефтепродукты, становится непригодной для питья. Наибольший ущерб содержание нефтепродуктов в воде оказывается рыбному хозяйству. Попадание нефтепродуктов в воду негативно отражается на рыбах в эмбриональный период. Также рыбы очень восприимчивы к увеличению содержания нефтепродуктов в составе воды. Попадание в водоём

загрязнённых стоков, содержащих нефтепродукты, приводит к гибели планктона, который является важнейшим источником корма для рыб.

Также от содержания в загрязнённой воде нефтепродуктов страдают водоплавающие птицы. Прежде всего, повреждаются оперение и кожа птиц. Большое количество нефтепродуктов на оперение и коже приводит к их гибели.

Растворимые соли железа, образующиеся в результате воздействия кислоты на металл теплоэнергетического оборудования, при нейтрализации кислых растворов щелочи переходят в гидрат оксида железа, выпадающий в осадок. Комплексы железа с лимонной кислотой отрицательно влияют на цвет и запах воды. Кроме того, соли железа обладают некоторым общим токсическим действием, а соединения трехвалентного (окисного) железа действуют обжигающе на пищеварительный тракт.

Содержание в воде кислот и щелочей приводит к изменению показателя рН воды водоема в районе их сброса. Уменьшение или увеличение рН воды негативно влияет на флору и фауну водоема, нарушает биохимические процессы, а также вызывает нарушение физиологических функций у рыб и других гидробионтов.

Аммиак и соли аммония замедляют биологические процессы в водоемах и высокотоксичны для рыб. Соли аммония в результате биохимических процессов окисляются до нитратов.

При избыточном попадании в организм соединения меди, которая обладает токсическими свойствами, вызывает нарушения желудочно-кишечного тракта. Незначительные концентрации меди являются опасными для гидробионтов, и могут привести к их гибели.

Сточные воды, содержащие в своём составе трилон Б токсичны почти для всех микроорганизмов, а в особенности для тех, которые участвуют в процессах биохимической очистки. Комплексы трилона Б с солями жесткости обладают значительно меньшей токсичностью. Тем не менее, взаимодей-

ствие комплексов трилона Б с солями железа окрашивают воду и сообщают ей неприятный запах.

Повышенное солесодержание в промышленных сточных водах оказывает негативное влияние на флору и фауну водоемов. Происходит это из-за наличия нейтральных солей, которые близки по составу к солям, содержащимся в водах природных водоемов.

Присутствие в сточной воде ингибиторов ОП-7, ОП-10, приводит к появлению запаха в воде. Токсикологический показатель является ограничивающим для ингибиторов ОП-7 и ОП-10, а ограничивающим фактором для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования является органолептический показатель (вкус, запах).

Шлам, находящийся в сбросных водах предочисток водоподготовительных установок, содержит органические вещества. Шлам, попавший в водоем, приводит к уменьшению содержания кислорода в воде из-за окисления органических веществ, что служит источником нарушения процессов самоочищения водоема, а в зимнее время приводит к замору рыб.

Химический анализ проб стоков взятых из бассейнов-отстойников различных электростанций показал содержание в своём составе: хлориды, соли железа, меди, цинка, фторсодержащие соединения, сульфаты, нитриты формальдегид, ингибиторы ОП-7 и ОП-10, Аммонийные соединения NH_4^+ , а также гидразин N_2H_4 . Данные вещества можно разделить на три группы по влиянию на санитарный режим водоемов.

К первой группе должны быть причислены неорганические вещества, содержание которых в растворах недалеко от значений ПДК. Ими являются сульфаты и хлориды кальция, натрия, магния. Содержание таких веществ в сбрасываемой сточной воде, может привести лишь к небольшому повышению солесодержание воды в водоёме.

Ко второй группе относятся вещества, присутствие которых значительно превышает ПДК. К таким веществам относятся соли металлов (меди, же-

леза, цинка), фторсодержащие соединения, мышьяк и гидразин. Данные вещества пока невозможно переработать биологически в безвредные продукты.

Все органические вещества, аммонийные соли, нитриты и сульфиды можно отнести к третьей группе. Характерной чертой для группы данных веществ является то, что в результате окисления они образуют безвредные или малоопасные продукты: воду, углекислоту, фосфаты, нитраты, сульфаты, поглощая при этом из воды растворенный кислород. Для разных веществ скорость такого окисления различна [24].

Шумовое загрязнение и вибрация

На ТЭЦ основными источниками шума являются: котлоагрегат, мельницы молотковые тангенциальные, дутьевые вентиляторы, вентилятор горячего дутья, дымососы, турбокомпрессоры воздушные, насосы-дозаторы фосфата, трансформаторы и дымовая труба.

Источники шума расположены как наружно на площадке ТЭЦ, так и внутри помещений.

Мероприятия по снижению уровня шума:

- устанавливается новое тягодутьевое оборудование;
- на насосах используется электродвигатели с частотным регулированием;
- оборудование размещаются внутри зданий, защищающих его от воздействия внешних факторов и снижающих уровни шумов;
- на дверях устраиваются шумопоглощающие прокладки;
- воздухопроводы и газопроводы, в требуемых местах, покрываются звукопоглощающей изоляцией.

Вибрирующие поверхности и оборудование покрывается вибропоглощающими и демпфирующими материалами (резиной, специальными мастиками, асбестом, битумом, пластмассами типа "Агат" и т.д.). В местах связи сопрягаемых деталей используются амортизирующие материалы (резина, пробки, картон, пружинные амортизаторы) для обеспечения плотного прилегания.

Для ослабления передачи вибрации по воздуховодам и трубопроводам предусматривается присоединение их к оборудованию при помощи гибкой вставки из прорезиненной ткани или резинового патрубка.

Кроме выше перечисленных мероприятий, ограничивается время пребывания эксплуатационного персонала возле шумящих и вибрирующих механизмов и установок, за счет автоматизации управлением производственными процессами.

Воздействие на растительный и животный мир

На характер и состав растительного и животного мира территорий оказывают влияние ряд факторов, таких как:

- неустойчивость погодных условий от года к году (когда сравнительно влажные прохладные годы сменяются резко засушливыми и жаркими);
- неустойчивость режима выпадения осадков (из-за неравномерности распределения стока по сезонам и от года к году);
- длительная антропогенная нагрузка.

На территориях, примыкающих к ТЭЦ, выживают только виды растений и животных, обладающих высоким адаптационным потенциалом, приспособившихся к современным условиям [61].

1.2 Особенности антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду на территории г.о. Тольятти

В Тольятти очень много источников антропогенного воздействия, негативно влияющих на окружающую природную среду. И самым главным источником является транспорт. Более 70 % всех вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, выпадает на долю автотранспорта. У горожан в личном пользовании имеется около 240 тысяч автомобилей, это означает что одна машина на три человека. А также помимо проблем, связанных с транспортом существует проблема некачественного бензина. По результатам проверок было обнаружено повышенное содержание серы практически во всём бензине, который реализуется на территории города. Автотранспорт выбрасыва-

ет в атмосферу 77,4 тыс. т. загрязняющих веществ, из которых 44,9 тыс. т. C_xO_y , 3,2 тыс. т. N_xO_y , 7 тыс. т. C_xH_y .

Ко второму фактору, оказывающему влияние на выбросы в атмосферу, относятся стационарные источники энергетики – ТЭЦ. В городе Тольятти существуют два предприятия теплоэнергетики: ТЭЦ ВАЗа и ТоТЭЦ. Предприятия теплоэнергетики стоят на втором месте по общему количеству вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

ОАО «АвтоВАЗ» является третьим источником загрязнения, далее идут предприятия химии и нефтехимии, перерабатывающая промышленность, строительная индустрия, пищевая, и т. д.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха определяется выбросами около 30 промышленных предприятий. Ежегодно общий валовый выброс загрязняющих веществ от основных промышленных предприятий составляет 40 – 50 тыс. тонн. Однако за последние 10 лет промышленное загрязнение уменьшилось в 2 раза, при одновременном росте выбросов от автотранспорта.

Крупные предприятия вносят наибольший вклад в выбросы от стационарных источников:

1. ТоТЭЦ - 30%
2. АО «Куйбышевазот» - 13,5%;
3. ОАО «АвтоВАЗ» – 9,5%;
4. ОАО «ТоАЗ» - 8,3%;
5. ООО «СИБУР Тольятти» - 5,7%;
6. ОАО «Волгоцеммаш» – 4,5%.

В общем, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) по разовым выбросам приближался в 2007 году до 10,5 ИЗА. Такой показатель является высоким. В Центральном районе ИЗА составлял 9,43; в Автозаводском районе – 7, 22; в Комсомольском – 7, 07; в Тимофеевке – 8,33 ИЗА. Показатели, которые превышают значение 5 ИЗА, уже оказывают негативное влияние на организм человека. В городе в 1992 году был зарегистрирован самый высокий показате-

тель по Тольятти, он составил 26 ИЗА, в 1997 году – 16 ИЗА и с каждым годом показатель снижается. Тольятти является городом, в котором концентрированно большое количество предприятий Самарской области, и это негативно сказывается на окружающей среде.

Главными загрязняющими веществами оказывающие отрицательное воздействие на атмосферный воздух города является N_xO_y (38%), пыль (15%), CO (14%), SO_2 (13%), летучие органические соединения (8%) и C_xH_y (1,5%).

По результатам наблюдений было выявлено, что уровень загрязнения воздуха города очень высокий. Он вызвано концентрациями, превышающими среднегодовые показатели ПДК:

1. Формальдегида - CH_2O 6 ПДК;
2. NH_3 2 ПДК;
3. NO_2 2 ПДК;
4. HF 1,4 ПДК;
5. Пыль 2,6 ПДК [62].

Предприятие ТЭЦ Волжского автозавода (ТЭЦ ВАЗа) является подразделением ПАО «Т Плюс», расположено по адресу г. Тольятти, ГСП, ул. Вокзальная, 100 (рис.1). Введено в эксплуатацию — 1967 году. Площадь территории – 130га, кадастровый номер земельного участка: 63:09:0102156:838.



Рисунок 1 – Место расположения ТЭЦ ВАЗа

В состав предприятия входят следующие объекты: склад топлива и система топливоподачи, котельный агрегат, турбоагрегат, конденсатор, основные вентиляторы и насосы, подогреватели и экономайзеры, деаэратор, градирни, бытовые помещения, административный корпус, и другие здания и сооружения.

ТЭЦ ВАЗа поставляет энергоснабжение, отопление и горячее водоснабжение ОАО «АвтоВАЗ», Автозаводского района г. Тольятти и коммунальной зоны. На ТЭЦ работают с полной нагрузкой 11 турбоагрегатов, 14 паровых энергетических котлов, 14 пиковых водогрейных котлов. Основное топливо станции — природный газ, резервное — мазут. Установленная электрическая мощность — 1172 МВт. Установленная тепловая мощность — 3903 Гкал/ч. Тепловая мощность обеспечивается отборами турбин (две ПТ-60, шесть Т-100, две ПТ-135 и одна ПТ-140) и пиковыми водогрейными котлами (десять ПТВМ-100, два ПТВМ-180 и два КВГМ-180). На станции работает девять энергетических котлов ТГМ-84 и пять котлов ТГМЕ-464.

За время работы станции проведена масштабная реконструкция и модернизация оборудования: внедрена новая технология сжигания газа (ступенчатое сжигание), позволившая снизить выбросы окислов азота на 40–50 процентов, реконструкция системы оборотного водоснабжения, деаэраторов подпитки цикла и теплосети и другие мероприятия, направленные на совершенствование технологий и улучшение условий труда энергетиков [63].

1.3 Теоретический анализ опыта создания эко-промышленных комплексов – аквакомплексов на базе ТЭЦ

Программой защиты окружающей среды ООН (ЮНЕП) чистое производство было определено как непрерывное использование совокупной превентивной стратегии защиты окружающей среды для процессов и изделий с целью снижения рисков для человека и окружающей среды.

На настоящий момент чистое производство можно определить как идеологию хозяйственной деятельности, промышленной и технологической

политики, ориентированной на решение задач экономического развития в условиях нарастания ограничений по материально-сырьевым, энергетическим, финансовым ресурсам и возрастания требований к охране окружающей среды. Наибольший опыт в развитии чистых производств накоплен странами Западной Европы, в США, Канаде и Японии.

Экологически чистое производство требует комплексных подходов в сфере управления производством и, в частности, подразумевает:

- установление приоритета в отношении эффективного использования ресурсов, сбережения сырья и энергии, замены материалов, устранения токсических обрабатываемых материалов, модификации изделий и оборудования в сторону низкоотходных технологий, усовершенствования производственного процесса, удаления загрязняющих веществ из продукта и уменьшения количества и токсичности всех выбросов и отходов до и в процессе обработки продукта, т. е. до их выхода из производственного цикла, а также применения рециркуляции и повторной утилизации как первоочередных мер по защите окружающей среды и увеличению рентабельности производства;

- в сфере производства изделий сосредоточение основного внимания на снижении вредных воздействий на окружающую среду в течение всего жизненного цикла изделия - от извлечения сырья до окончательного выпуска изделия, за счет его соответствующего проектирования;

- использование безопасных и экологически эффективных систем производства, способов изготовления продукции, технологий и веществ в сочетании с эффективными методами работы;

- при разработке промышленного продукта или проекта использование такой методики оценки, которая позволила бы оценить полный цикл существования продукта от исходного сырья до утилизации (рециклизации) целевого и побочных продуктов как вторичных материальных ресурсов.

Аквакумлекс – это закрытое обогреваемое сооружение, в нижней части представляет собой пруд с водой и пузырьками CO₂, поступающими от производства ТЭЦ, в верхней части представляет собой теплицу с прозрачной

крышей. Аквакомплекс предназначен для культивирования микроводорослей и водных растений, а также служит для очистки сельскохозяйственных и доочистки промышленных стоков.

Конструкции замкнутого водообеспечения успешно применяются за рубежом, а в России они пока не востребованные. Использование установок замкнутого водообеспечения открывает новые возможности территориально-географического расположения рыбоводных комплексов и ферм. Нет никакой необходимости к определённой территории, где располагается водоем (река, озеро), иногда хватает обычного водопровода, либо скважины. Строительство комплексов можно осуществлять в любой рыбоводной зоне. Становится не актуальным такой показатель как градусо-дни. Подобная система организации хозяйства хорошо вписывается в совместное ведение рыбохозяйственной деятельности с другими типами хозяйств (тепличные комплексы, птицефермы производственные предприятия и др.), т.к. ежедневно освобождается достаточно большое количество «удобренной» воды. Подобные попытки проводились еще в 1977 г. в Европе и в США (Nagel, 1977; Lewis, 1989; Козлов, 2002; Козлов и др., 2006).

Наиболее перспективным является выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения. Прежде всего, это связано с тем, что при строительстве рыбоводных замкнутых систем возможно до минимума сократить потребление чистой воды, что особенно актуально для южных регионов России.

Промышленное выращивание рыбы в системах с замкнутым и оборотным водоснабжением в нашей стране приобрело большой размах в 80-х годах прошлого столетия. Выращиванием рыбы занималось около 40 предприятий и 17 министерств и ведомств. Основанием для этого являлась повышенная интенсификация, стабилизация среды для рыбы, механизация процессов выращивания, а также исключение влияния рыбных хозяйств на окружающую среду (Филатов, Докукина, Петров, 1980; Лавровский, 1985). В эти годы

были разработаны технологические методы выращивания различных видов рыб в УЗВ (Spotte, 1970; Vohl, 1972; Лавровский, 1981; Киселев и др., 1999).

Аквакультура - разведение и выращивание водных организмов (рыб, водорослей, макрофитов, моллюсков) с целью получения ценной пищевой, кормовой и технической продукции. Аквакультура имеет большое значение для современного рыбного хозяйства. Выращивание аквакультуры может производиться как в естественных, так и в искусственных водоёмах.

При этом высшей формой развития индустриальной аквакультуры является выращивание рыбы и других гидробионтов в установках с замкнутым циклом водоиспользования (сокращенно УЗВ). Опыт 20-летних исследований, а также работы ученых показали, что при эксплуатации подобных установок достигается полная независимость производственного процесса от природно-климатических условий, а также его непрерывность, независимо от времени года. Благодаря этому появляется возможность выращивания практически любых видов гидробионтов во всех климатических зонах мира.

Оптимизация абиотических факторов среды обитания гидробионтов в замкнутых системах позволяет в 3-6 раз сократить время выращивания объектов, созревания производителей и формирования маточных стад, круглогодично получать жизнестойкую молодь и крупный посадочный материал для зарыбления искусственных и естественных водоемов.

Появляется возможность использовать для создания рыбоводных хозяйств относительно маломощные водоисточники, сокращая водопотребление в сотни раз. При этом соответственно уменьшается или полностью прекращается сброс сточных вод рыбоводных предприятий.

Важным преимуществом по сравнению с традиционными формами аквакультуры является компактность таких агрогидроэкосистем, что позволяет размещать их в любой климатической зоне в непосредственной близости от потребителей крупных городов, где ощущается дефицит и дороговизна земельных и водных ресурсов.

Преимущества аквакультуры перед рыболовством, демонстрирует колоссальную разницу: годовой улов дальневосточного флота составляет в последние годы около 2 млн т, тогда как только Китай ежегодно производит примерно 40 млн т рыбы и других продуктов водного происхождения в основном путём выращивания. Россия с её богатейшими водными ресурсами, как морскими, так и пресноводными (суммарная площадь водохранилищ, озёр и прудов составляет более 30 млн га), имеет все возможности стать мировым лидером в производстве водных биоресурсов. По решению Правительства РФ, направление «Аквакультура» включено в качестве одного из основных в национальный проект «Развитие агропромышленного комплекса». Для льготного кредитования акваферм выделено 1,5 млрд рублей.

Однако следует отметить, что технологии, разработанные ранее для систем замкнутого водообеспечения, требуют дальнейшей доработки, основанной на фундаментальных исследованиях биологии и ритмов развития осетровых рыб и их гибридных форм, которые в настоящее время являются наиболее перспективными объектами индустриальной аквакультуры.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОЗДАНИЯ АКВАКОМПЛЕКСА С ЗАМКНУТЫМ ВОДОБОРОТНЫМ ЦИКЛОМ НА БАЗЕ ТЭЦ Г.О. ТОЛЬЯТТИ

2.1 Анализ существующей схемы водопользования и очистки воды ТЭЦ

На сегодняшний день эксплуатация предприятий теплоэнергетики оказывает наибольшее негативное воздействие на окружающую среду, чем другие стационарные источники хозяйственной или иной деятельности. Теплоэлектростанции при производстве используют большое количество воды. Основная часть воды идёт на охлаждение различных аппаратов: конденсаторов турбин, масло- и воздухоохладителей, движущихся механизмов и др. Температура воды после охлаждения конденсаторов турбин и воздухоохладителей, как правило, превышает температуру воды, взятую из водоисточника на 8... 10 °С (рис. 2).

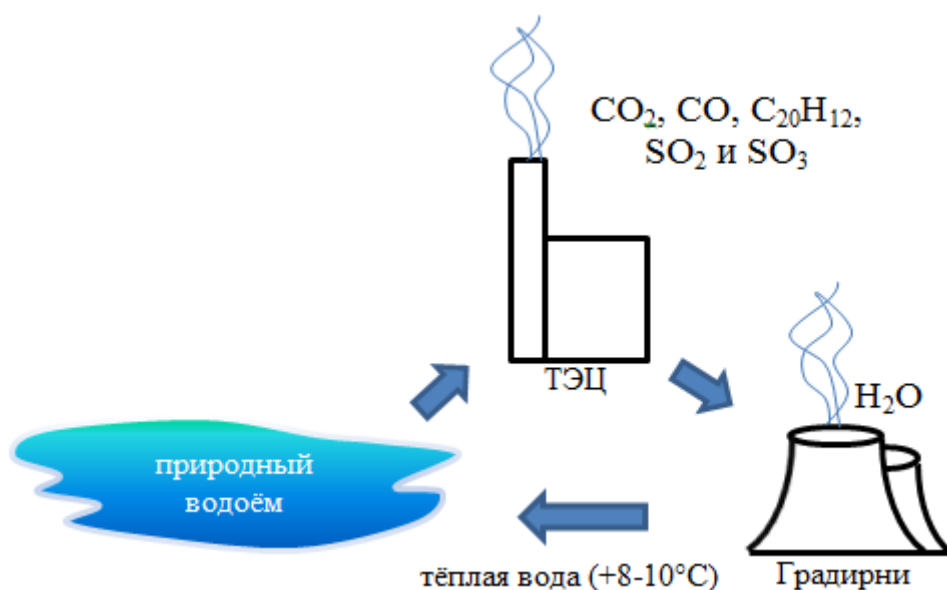


Рисунок 2 – Типичная схема круговорота воды

Сточные воды – любые воды, отводимые в водоёмы с территорий теплоэлектростанций. Составы стоков различны и определяются типом ТЭЦ и основного оборудования, ее мощностью, видом топлива, составом исходной воды, способом водоподготовки в основном производстве и, конечно, уров-

нем эксплуатации. В некоторых случаях сточные воды содержат посторонние вещества. Посторонние вещества попадают в сточные воды в результате охлаждения маслоохладителей. Предприятия, работающие на мазуте в сточных водах, содержат мазут.

Основные методы очистки сточных вод механические (физические), физико-химические, химические и биохимические.

Основные минусы химических методов очистки заключаются в дороговизне реагентов, в применение и сброс их в природные водоёмы, которые вызывают негативное воздействие на гидробионтов. К основным недостаткам механических методов очистки можно отнести низкий уровень КПД, а также для данного метода для работы очистных конструкций необходимы дополнительные механизмы. Применение физико-химических методов очистки малоэффективно, если в сточных водах ТЭЦ не присутствуют тонкодисперсные примеси. Все существующие минусы данным методов очистки решаются при помощи биологических методов доочистки.

В результате использования существующей схемы водопользования и очистки воды на ТЭЦ, происходит тепловое загрязнение природных водоёмов из-за сбрасываемых сточных вод, превышающих температуру на 8... 10 °С и содержащих большое количество органических и неорганических веществ. Это ведёт к эвтрофикации, которое оказывает мощное негативное воздействие на биоценоз водоёма. Эвтрофикация – это процесс насыщения водоёма биогенными элементами, вызванные антропогенным воздействием или естественным старением водоёма, большим содержанием таких химических элементов, как фтор и азот. Эвтрофикация вызывает бурный рост сине-зелёных водорослей, которые питаются биогенными элементами и при цветении выделяют токсины, которые способны отравить людей и животных, а также приводит к заморам рыб. Также, большая концентрация сине-зелёных водорослей препятствует проникновению солнечного света на глубину, что приводит к снижению фотосинтеза у придонных растений, а значит и уменьшение образования кислорода в водоёме. Загрязнённые сточные воды могут

содержать тяжёлые металлы, которые накапливаются в организмах гидробионтов, вызывая тем самым токсикологическое отравление организма, а впоследствии может привести к гибели (рис. 3).

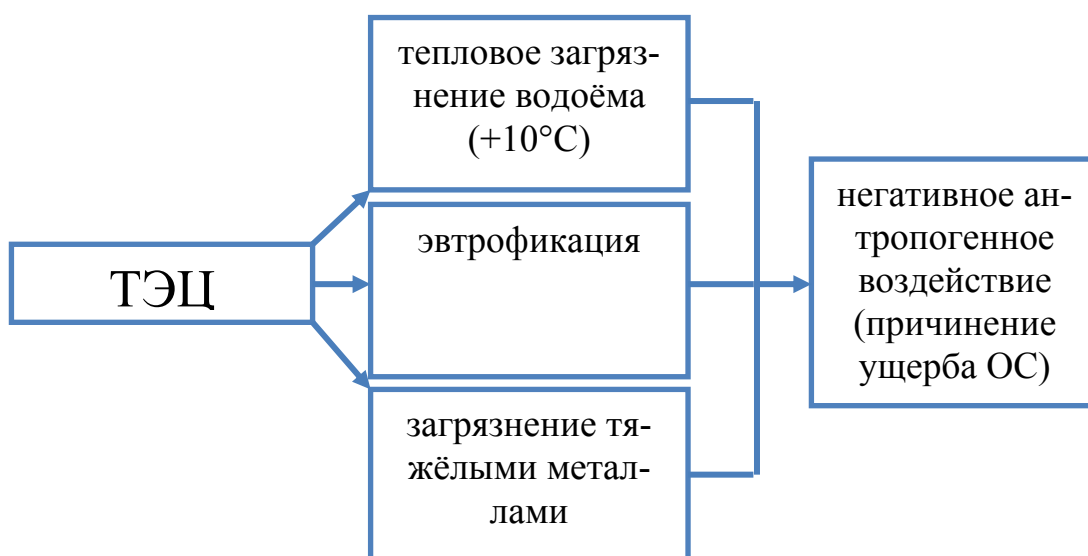


Рисунок 3 – Схема существующей системы водопользования

2.1.1 Разработка новой технологической схемы водопользования и очистки воды совмещённой с аквакомплексом по замкнутому контуру

Применение новой технологической схемы позволит решить ряд проблем связанных с водопотреблением и водоотведением. Использование новой схемы с помощью биологической очистки на основе аквакомплекса позволит снизить негативное антропогенное воздействие на природные водоемы, даст возможность производства экологически чистых видов топлива, а также в результате реализации полученной продукции позволит снизить экологические штрафы и платежи за экологический ущерб. Такой подход, ТЭЦ + аквакомплекс, экологизирует предприятие (рис. 4). Под экологизацией производства понимается повышение эффективности производственных процессов и уменьшение антропогенного воздействия в процессе производства и уменьшение воздействия на окружающую среду.



Рисунок 4 – Схема водопользования ТЭЦ + аквакомплекс

В результате применения новой технологической схемы водопользования и использования биологической очистки сточных вод предприятия, позволяет использовать воду по замкнутому контуру (рис. 5).

Замкнутый контур начинается со сбора воды с природного водоёма, затем вода проходит через различные охладительные аппараты, в результате вода нагревается и превышает изначально взятую температуру из природного источника. Вода подверженная тепловому загрязнению поступает в аквакомплекс и проходит все этапы, начиная с биологической очистки и заканчивая получением экологически чистых видов топлива, аквакультуры, а также получения особо ценных пород рыб. После всех этапов на выходе образуется чистая вода, которую можно обратно вернуть на охлаждение аппаратов или сбросить воду в природный водоём не нарушив тепловое равновесие водоёма, тем самым не причинив отрицательное антропогенное воздействие на флору и фауну (рис. 5).

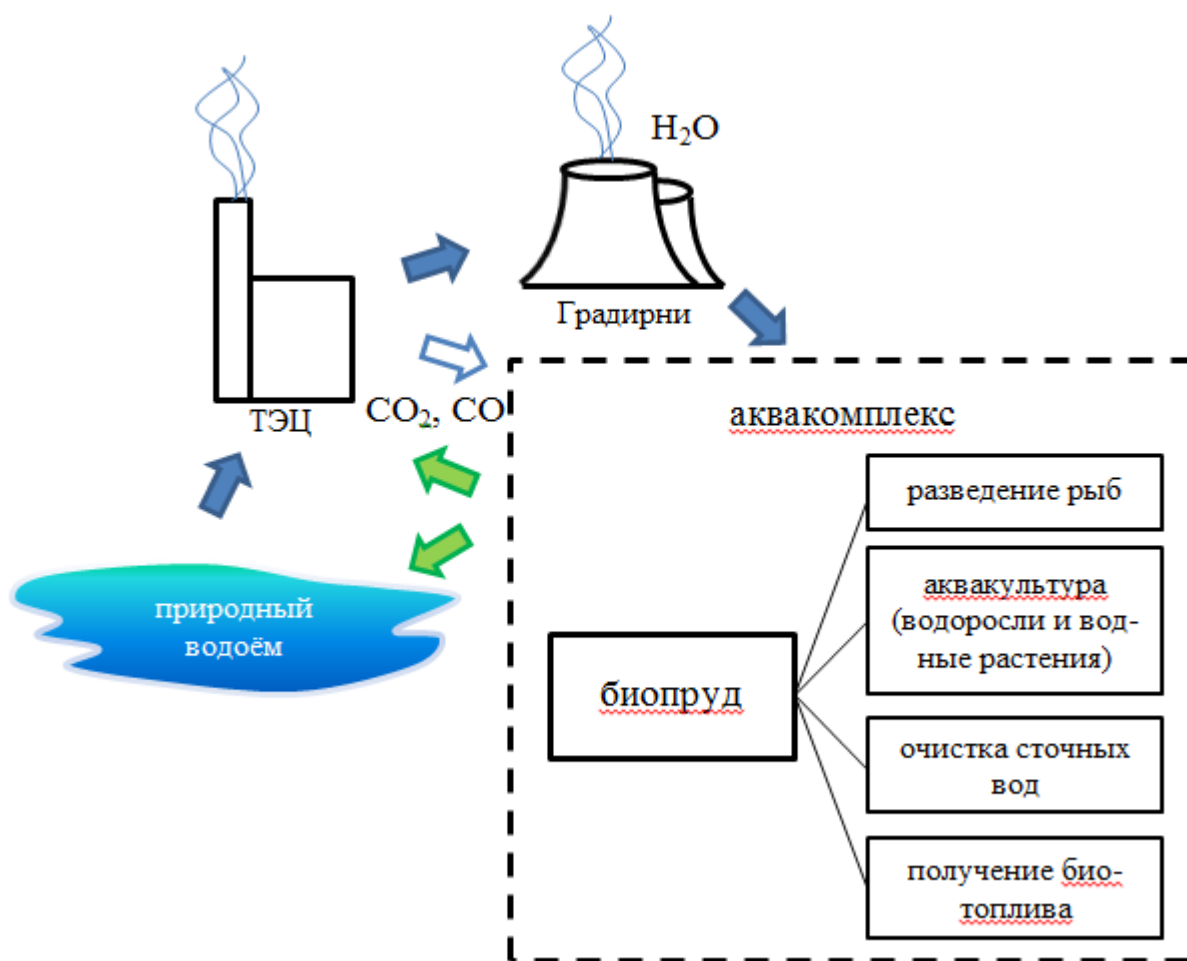


Рисунок 5 – Схема замкнутого водопользования ТЭЦ с применением аквакомплекса

2.2 Разработка технологических решений совершенствования системы очистки воды для вторичного использования в аквакомплексе

Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях может осуществляться в биологических прудах, на полях фильтрации и сооружениях подземной фильтрации, а также на сельскохозяйственных полях орошения.

Биологические пруды — искусственно созданные неглубокие водоемы, в которых происходит биологическая очистка сточных вод на слабо фильтрующих грунтах, основанная на процессах, протекающих при самоочищении водоемов. Биологические пруды можно также использовать для доочистки сточных вод после их прохождения через другие сооружения для биологической очистки. Пруды бывают одиночные (мелкие непроточные

глубиной 0,6—1,2 м) или состоящие из трех — пяти прудов, через которые медленно протекает осветленная или биологически очищенная на биофильтрах сточная жидкость [64].

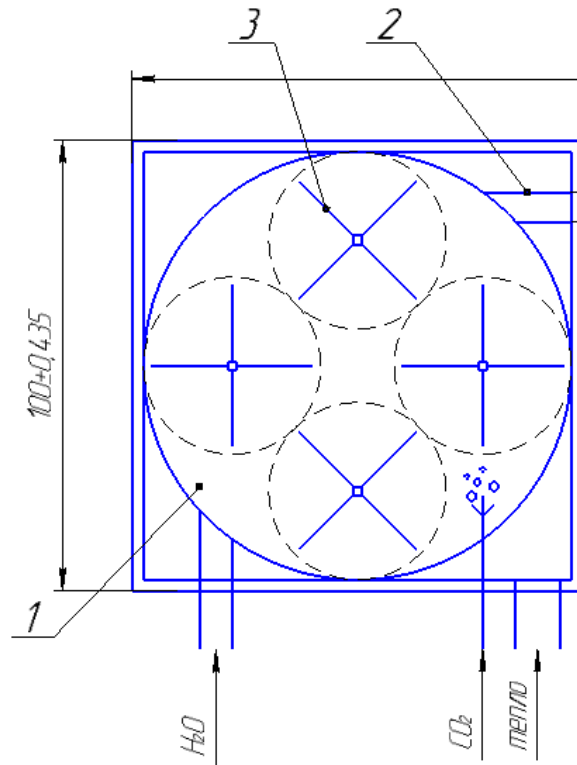
На территории аквакомплекса существуют несколько искусственных биологических прудов, каждый из которых выполняет свою функцию. Один используется для культивирования микроводорослей, другой — для выращивания аквакультуры, третий — для выращивания рыбы, а также биопруд для доочистки сточных вод.

Пройдя первичную очистку сточной воды, существует необходимость в доочистке, т.к. вода может содержать дисперсные примеси или химические соединения, существование которых при сбросе воды в природный водоём недопустимо. Наиболее экономически эффективным и экологически безопасным является применение искусственных биологических прудов на базе ТЭЦ. Вода, которая прошла биологическую доочистку, может идти обратно на охлаждение аппаратов, или быть использована для культивирования аквакультуры и производства рыб.

2.2.1 Разработка решений по доочистке воды на основе использования аквакультуры в искусственных биопрудах

На территории аквакомплекса будут находиться три биопруда каждый площадью 1 га. Первый искусственный биопруд представляет собой теплицу для культивирования водорослей, в основном *Chlorella vulgaris* и *Spirulina*. Искусственный биопруд состоит из: отопительного трубопровода, трубопровода, подающего воду, трубопровода, подающего углекислый газ, трубопровода для сбора биомассы водорослей, а также мешалок (рис.6). Помещение отапливаемое, т.к. для активного размножения водорослей необходима постоянная оптимальная температура воды, крыша прозрачная для максимального пропускания солнечных лучей, так необходимых для культивирования автотрофных водорослей, в биопруд поступают сточные воды после конденсаторов турбин и воздухоохладителей, также в биопруд подаётся углекислый

газ, образующийся в результате сгорания газа, и добавляются питательные микроэлементы для оптимальной жизнедеятельности водорослей и увеличения скорости образования биомассы. Собираемая биомасса водорослей идёт на производство экологически чистых видов биотоплив, в частности на получения биодизеля.



1- площадь искусственного биопруда; 2- трубопровод для откачки биомассы водорослей; 3- мешалки

Рисунок 6 – Схема биопруда для культивирования водорослей

Второй искусственный биопруд представляет собой большой сдвоенный комплекс, состоящий из: биопруда первичной биологической очистки, биопруда культивирующего и производящего водные растения, макрофиты, особо ценные виды водорослей (рис. 7).

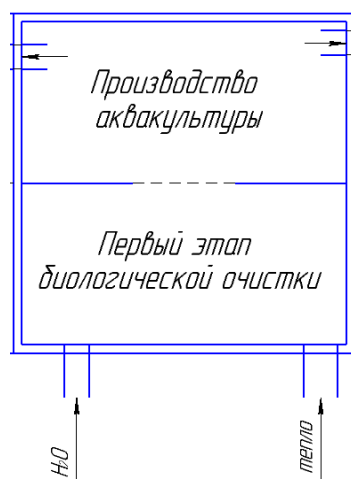


Рисунок 7 – Схема сдвоенного биопруда

Помещение отапливаемое, т.к. для активного размножения аквакультуры и разведения рыб необходима постоянная оптимальная температура воды. В биопруд поступают сточные воды после конденсаторов турбин и воздухоохладителей. Сточные воды сначала проходят первичную аэробную биологическую очистку, где происходит поглощение органических и неорганических нежелательных веществ специальным высшим водным растением эйхорнией. Эйхорния – водяной гиацинт (*Eichornia crassipes*), многолетнее травянистое водное растение, обладает очень развитой поверхностью корневой системы, где осаждаются взвеси, перерабатываются разные органические загрязнители. Важным свойством эйхорнии является обогащение воды кислородом, полученным в результате биосинтеза и расщепление вредных веществ на простые не токсичные химические элементы. В результате сточные воды могут очищаться до соответствия санитарным нормам [40]. Далее очищенная вода поступает в биопруд, где происходит культивирование аквакультуры: макрофитов, водных растений, особо ценных видов водорослей и лекарственных трав. Для оптимальной жизнедеятельности аквакультуры и увеличения скорости образования биомассы добавляются питательные микроэлементы.

Третий искусственный биопруд представляет собой рыбоводческую ферму, который поделён на 4 секции (рис. 8).

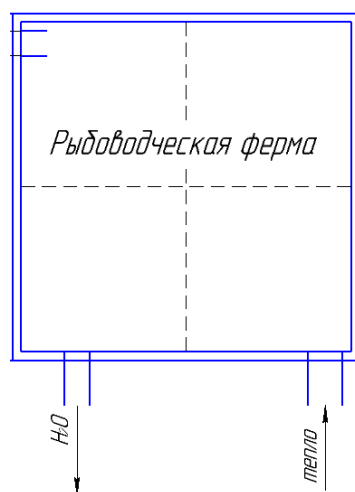


Рисунок 8 – Схема рыбоводческой фермы

После процесса культивирования аквакультуры, чистая вода поступает на рыбоводческую ферму, где происходит необходимый подогрев, в каждой секции. Пройдя через рыбоводческую ферму необходимость в очистке воды, практически отсутствует, такая вода может быть повторно использована для выработки электроэнергии на ТЭЦ, либо может быть сброшена в природный водоём, не нарушая экосистему водоёма.

В процессе очистки и культивирования аквакультуры образуется осадок из органических остатков, который можно использовать для компостирования и получения биогумуса.

Четвёртой частью аквакомплекса является производство экологически чистых видов топлива, в частности биодизеля, а также культивирование микроводорослей в фотобиореакторе (рис. 9).

Помещение отапливаемое, так как для активного размножения водорослей необходима постоянная оптимальная температура воды, также в помещении постоянно присутствует освещение, используются лампы дневного света для культивирования автотрофных водорослей. В фотобиореактор поступают сточные воды, которые охладили конденсаторы турбин и воздухоохладители, также в фотобиореактор подаётся углекислый газ в виде пузырьков, образующийся в результате сгорания природного газа, и добавляются питательные микро- и макроэлементы для оптимальной жизнедеятельности водорослей и увеличения скорости образования биомассы. После «созрева-

ния» (необходимой концентрации микроводорослей в растворе) биомасса микроводорослей собирается, а избытки воды поступают обратно в фотобиореактор. Собранная биомасса обрабатывается и поступает на производство биодизеля, или на производство иного экологически чистого биотоплива.

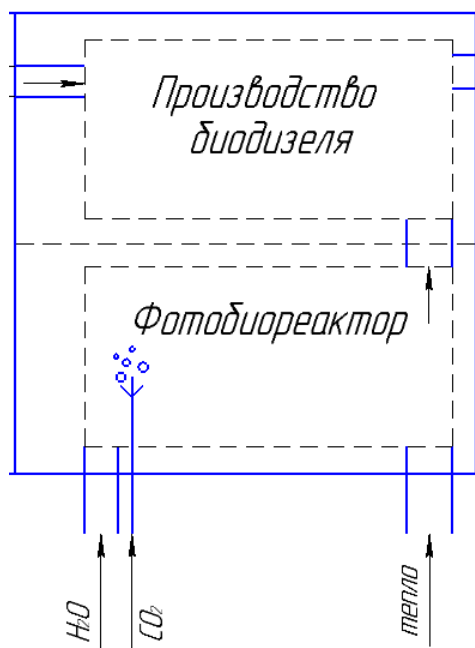


Рисунок 9 – Схема составной части аквакомплекса, производства биодизеля и культивирования микроводорослей в фотобиореакторе

Источником производства биодизеля на аквакомплексе является биомасса аквакультуры и биомассы, получаемой в процессе культивирования микроводорослей из биопруда и фотобиореактора. Собранная растительная биомасса выжимается под прессом или маслоотделителем, полученное масло заливается в общий бак-реактор и добавляется метанол и катализатор КОН для ускорения протекания реакции, все ингредиенты смешиваются при нагревании и после нескольких часов отстоя получается простейший биодизель.

В процессе производства биодизеля после экстрагирования или выжимки микроводорослей и водных растений образуется лишённая жирных кислот биомасса, содержащая большое количество соединений азота и являющаяся хорошим источником минералов. Такую биомассу необходимо утилизировать с минимальными эколого-экономическими затратами.

Наиболее экологически чистым и экономически эффективным является метод компостирования полученных отходов от производства биодизеля. Биомасса высушивается и добавляется в компостируемую смесь «бедной земли», сорбентов и ЭМ препаратов. После закладки компоста, происходит процесс компостирования, который проходит в четыре фазы.

В результате компостирования получается компост высокого качества, который можно использовать для рекультивации городских земель (рис.10). Использование компостирования отходов производства биодизеля и органических отходов аквакомплекса позволяет решить проблему их утилизации, а также возможность получения дополнительной прибыли от продажи биогаза.

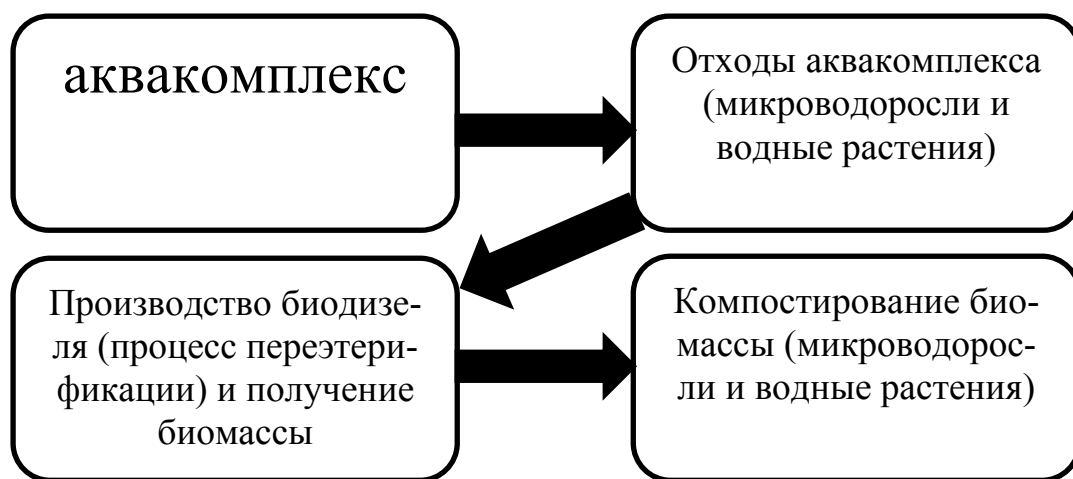


Рисунок 10 – Схема утилизация отходов аквакомплекса методом компостирования

Тепло образующееся в результате сгорания топлива на сегодняшний день не используется, однако сбрасываемое тепло ТЭЦ может быть применено для отопления аквакомплекса и питания микроводорослей и аквакультуры. Сбрасываемое тепло способно покрыть до 77 % потребностей в тепле, необходимом для выращивания водорослей. Такая технология не требует жаркого пустынного климата.

В результате исследования Регенсбургского университета были получены данные, что одним из видов водорослей, подходящих под энергетические цели, является *Chlorella*, которая способна отфильтровывать до 50 %

CO₂. Однако фотосинтез происходит только при постоянном освещении. Поэтому реальнее говорить о 20 % CO₂, удаленного из выбросов с помощью водорослей. Пока направление исследований состоит в использовании выбросов вредных веществ тепловыми электростанциями для удаления из них с помощью водорослей CO₂ и CO. Средней величины ТЭЦ могла бы в год производить до 20 тыс. т водорослей [16].

Типичные угольные электростанции выбрасывают топливный газ из своих стеков, содержащих до 13% CO₂. Такая высокая концентрация CO₂ увеличивает поглощение и перенос CO₂ в системе пруда. Концепция объединения угольной электростанции с выращиванием водорослей обеспечивает осуществляемый подход к рециркуляции CO₂ от сжигания угля в пригодное для использования жидкого топлива (рис. 11). При выращивании в больших открытых прудах, микроводоросли могут использовать CO₂ из топливного газа непосредственно выходящих в водоёмы. Кроме того, сточные воды могут содержать обильные питательные вещества (например, неорганические утюгов), которые необходимы для роста микроводорослей [52].

Если рассматривать ТЭЦ ВАЗа выбрасывающую ежегодно приблизительно до 10 тонн оксидов углерода, то можно уменьшить выбрасываемое количество CO₂ и CO посредством присоединения к выхлопным трубам аквакомплекс, в котором будет произрастать микроводоросль *Chlorella*. Следовательно, количество выброшенных оксидов углерода уменьшится на 2 тонн.

Выделяемое тепло при сжигании топлива целесообразно применить для обогрева аквакомплекса, тем самым создавая благоприятные и комфортные условия для роста и размножения биомассы микроводорослей в зимний период с уменьшением антропогенного воздействия на окружающую среду. Так как в зимний период преобладают северные и северо-западные ветра и возникновение неблагоприятных метеоусловий в зимний период велико, а выброс продуктов сгорания топлив от ТЭЦ нежелателен, то выходом для

предприятия может послужить сброс выбросов на обогрев и сбросов отработанной воды на питание микроводорослей аквакомплекса.

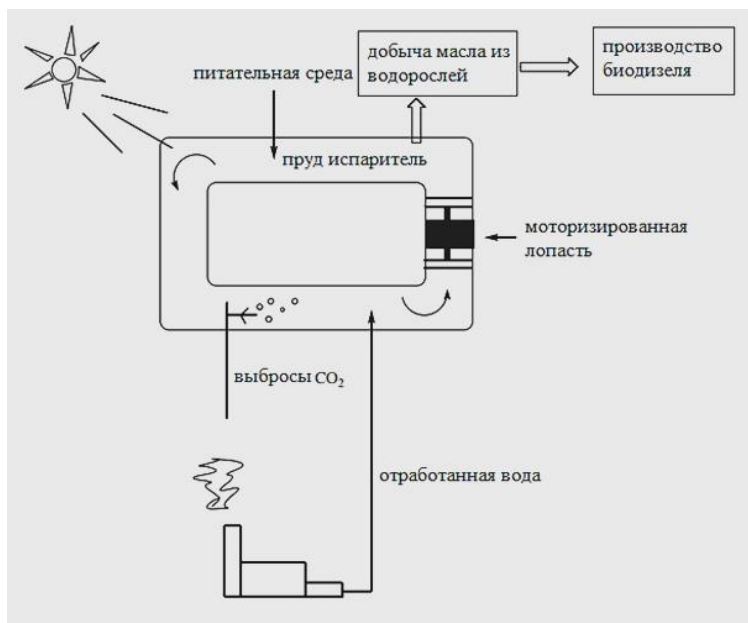


Рисунок 11 – Процесс фотосинтеза открытого пруда [52]

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АКВАКОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ТЭЦ

Предприятие ТЭЦ Волжского автозавода (ТЭЦ ВАЗа) является подразделением ПАО «Т Плюс», расположено по адресу г. Тольятти, ГСП, ул. Вокзальная, 100. Введено в эксплуатацию — 1967 году. Площадь территории — 130 га, кадастровый номер земельного участка: 63:09:0102156:838. На территории ТЭЦ будет располагаться аквакомплекс общей площадью 4 га (рис.12).



Рисунок 12 – Карта расположения аквакомплекса

Аквакомплекс представляет собой круглое отапливаемое помещение, поделённое на 4 равные секции по 1 га.

Первая секция – секция представляет собой искусственный биопруд в котором культивируются микроводоросли и изготавливаются биофильтры, вторая секция предназначена для производства экологически чистых видов топлива, в частности биодизель, а также культивирование микроводорослей в фотобиореакторе, третья секция необходима для очистки сточных вод предприятия и дальнейшего культивирования аквакультуры, четвёртая

секция завершает строения аквакомплекса и замыкает водооборот, создавая тем самым замкнутый контур (рис. 13).

*Схема аквакомплекса на территории
«ТЭЦ Волжского автозавода» («ТЭЦ ВАЗа») площадью 4 га*

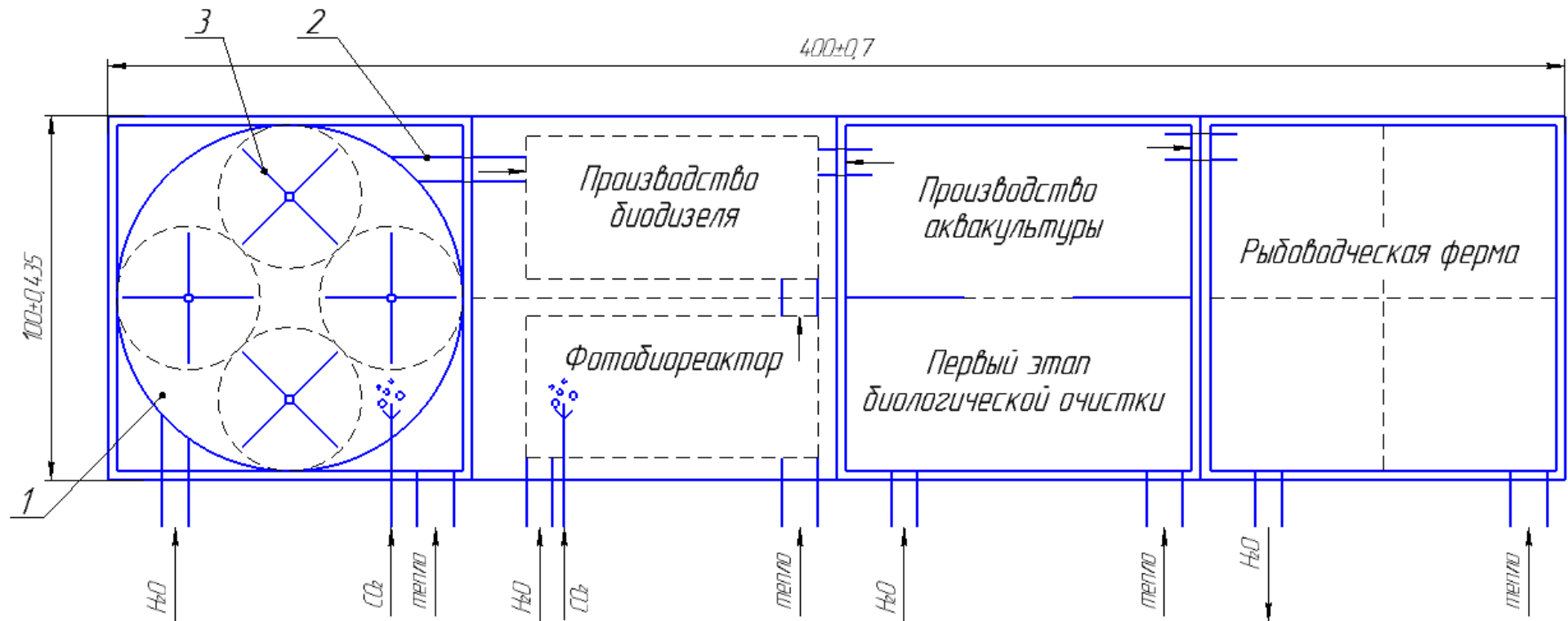


Рисунок 13 – Схема аквакомплекса на территории «ТЭЦ ВАЗа»

3.1 Расчёт эколого-экономической эффективности аквакомплекса

Стоимость речной воды для предприятий составляет 1,18 руб./м³.

Приблизительно ТЭЦ ВАЗа потребляет около 480 млн. м³ в год.

Затраты за использования речной водой составляют:

$$480\,000\,000 \cdot 1,18 = 566,4 \text{ млн. руб. / год.}$$

Приблизительно в результате производства аквакомплекс будет терять около 25% от забираемой воды, что составляет 120 млн. м³ в год и стоит 141,6 млн. руб. / год.

Экономическая прибыль от использования замкнутого водооборотного цикла составит:

$$566,4 - 141,6 = 424,8 \text{ млн. руб. / год.}$$

Таким образом, экономия составила 424,8 млн. руб./год. Сэкономленные деньги пойдут на окупаемость производства биодизеля.

3.2 Экспериментальное получение биодизельного топлива из аквакультуры в лабораторных условиях

Биомасса водорослей и аквакультуры, образующаяся в результате культивирования в искусственных биологических прудах идёт на производство биодизеля.

Технология производства биодизеля сводится к следующему. Растительное масло (рапсовое, подсолнечное, соевое и др.) переэтерифицируется метанолом, реже – или этанолом, или изопропиловым спиртом при температуре 60 °С и нормальном давлении. На 1 т масла требуется 100 кг метанола с добавлением гидроксида калия или натрия. Реакция выглядит так (рис.14):

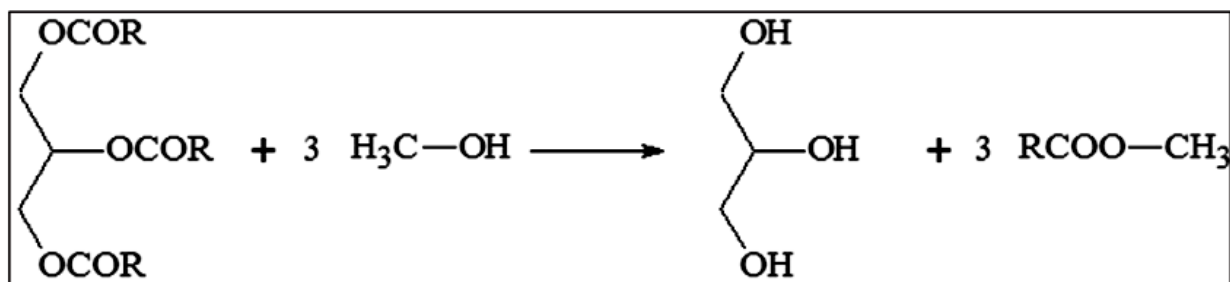
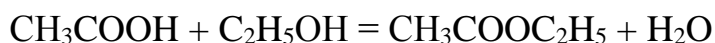


Рисунок 14 – Типовая схема производства биодизеля

Химия биодизеля

Основная технология в развитых странах основана на переэтерификации триглицеридов растительного масла метанолом с использованием основных или кислотных катализаторов. В случае кислотного катализатора продолжительность реакции составляет порядка 1–45 ч, в случае основного – 1–8 ч (в зависимости от температуры и давления), причем в начальный период реакция протекает медленно вследствие двухфазной природы системы метанол/масло и полярности участвующих соединений.

Этерификация – взаимодействие кислот и спиртов в условиях кислого катализа, например, получение этилацетата из уксусной кислоты и этилового спирта:



Этерификация – обратимая реакция: вода разлагает сложные эфиры с образованием исходных веществ. Положение равновесия существенным образом зависит от природы и количества кислоты и спирта.

Переэтерификация (трансэтерификация) – химическая реакция сложного эфира со спиртом, кислотой или другим сложным эфиром, приводящая к образованию сложного эфира, который отличается по составу от исходного. В биотопливе – химическая реакция масла или жира и простейших спиртов (метанол, этанол) в присутствии катализатора выглядит так (рис. 15):

очищают, а затем в него добавляют метиловый спирт и катализатор (щелочь). В результате реакции переэтерификации получается смесь, которой дают отстояться. Легкие верхние фракции продукта и составляют метилэфир (биодизельное топливо). Принципиальная схема производства и процесс получения биодизельного топлива представлены на рис. 16.



Рисунок 16 - Принципиальная схема производства дизельного биотоплива

Производство биодизеля идет по одному семиступенчатому круговому процессу, к тому же, в одном резервуаре:

I ступень – в центральном стальном резервуаре подготовленная масса триглицерина (растительное масло) всасывается и разогревается;

II ступень – к разогретому триглицерину добавляются метанол и катализатор, причем вся масса в ходе химических процессов переходит в метиловый эфир и глицерин;

III ступень – полученный глицерин оседает на дно резервуара и высасывается (создание эфира считается реакцией равновесия); так как при дан-

ных условиях около 5 % сырья не вступает в реакцию, эта ступень повторяется;

IV ступень – необработанный биодизель промывается водой, чтобы отмыть загрязняющие составляющие;

V ступень – за короткое время вода оседает внизу цистерны и высасывается (IV и V ступени могут повторяться несколько раз в зависимости от качества сырья);

VI ступень – цистерна подогревается, а затем создается вакуум; вода и метанол, не осевшие или не участвовавшие в реакции, из резервуара удаляются;

VII ступень – готовый биодизель перекачивается в цистерну-хранилище, после чего может начинаться новый производственный цикл.

Полученный из рапса биодизель отличается хорошей воспламеняемостью, что обеспечивается более высоким, чем у «нефтяного» дизтоплива, цетановым числом (56–58 против 50–52). Следует также отметить, что из 1 т масла при производстве биодизеля получают около 100 кг дорогостоящего глицерина.

Растительное масло переэтерифицируется метанолом, реже – этанолом или изопропиловым спиртом (приблизительно так 1 т масла + 100 кг метанола + гидроксид калия или натрия) при температуре 60 °С и нормальном давлении [16].

В результате деятельности аквакомплекса мы получаем возможность для создания на территории ТЭЦ биофильтров, получения экологически чистых видов топлива, в особенности биодизеля. Также, используя замкнутый водооборот, мы снижаем антропогенное воздействие на природные водоёмы, уменьшаем эвтрофикацию водоёма, производим макрофиты и особо ценные виды водорослей, а также выращиваем рыбу. Все эти мероприятия способствуют экологизации предприятия, так как уменьшает забор воды и полностью отсутствует сброс стоков в водоём.

Использование биодизеля вместо традиционного вида топлива снизить количества образующихся выхлопов от автотранспорта, что улучшает экологическое состояние атмосферного воздуха в г.о. Тольятти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ТЭЦ является, как и все промышленные предприятия, потребителем больших объемов воды и источником загрязнения окружающей среды. Возрастающие сырьевые, энергетические, экологические ограничения создают предпосылки для пересмотра основных критериев эффективности производства, условий его экологизации.

Предприятия ТЭЦ на сегодняшний день являются самыми загрязняющими стационарными источниками, оказывающих негативное антропогенное воздействие на атмосферный воздух и природные водоёмы в результате сборов загрязнённых стоков. В городских территориях предприятия ТЭЦ по количеству загрязняющих веществ в атмосферу по стационарным источникам занимает первое место, а по общему количеству выбросов занимает второе место, уступая только быстрорастущему автотранспорту, несмотря на попытки, которого уменьшить негативное воздействие, путём снижения количества и качества выбрасываемого выхлопа от сгорания традиционных видов топлива.

Анализ мирового опыта показал, что перспективным решением этой проблемы является создание симбиотических эколого-промышленных комплексов, включая строительства на территории ТЭЦ аквакомплекса. Такой опыт уже существует в Мире и имеет положительные эффекты, как в экологическом, так и в экономическом отношении. Создания аквакомплексов на территории промышленных предприятий может привести не к одному, а к нескольким экологическим эффектам, таким как: улучшения очистки сточных вод предприятия, энерго- и ресурсосберегающие решения использования нагретой воды, где температура из лимитирующего фактора, воздействующего на гидробиоценозы водоёмов становится нужным условием для оптимального разведения аквакультуры, в том числе, рыбозаведения. Кроме того, из аквакультуры (водорослей, макрофитов) можно создавать биофильтры для очистки природных водоёмов. И важным элементом использования

аквакультуры может быть получение биотоплива из водорослей и водных растений, который может стать альтернативной заменой существующему углеводородному топливу и влиять на улучшения экологического состояния атмосферного воздуха городов. Представляет практический интерес насколько создание аквакомплекса на территории ТЭЦ позволит экологизировать предприятие, снизить его антропогенную нагрузку на окружающую среду и получить дополнительные экономические преимущества, в результате реализации получаемой продукции.

В результате бакалаврской работы были решены следующие задачи:

Проведён анализ проблемы антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду и путей её решения в результате создания аквакомплексов на базе ТЭЦ и возможности и его применения в г.о. Тольятти.

Разработан аквакомплекс на базе ТЭЦ с использованием технологий культивирования аквакультуры и получения из них биодизеля.

Разработана технологическая модель и схема процесса получения биотоплива из аквакультуры аквакомплекса на базе ТЭЦ.

Разработана технология получения биодизеля из культивируемых водорослей и водных растений.

Проведённый эколого-экономический анализ эффективности создания аквакомплекса на базе ТЭЦ показал, что экономическая прибыль от использования замкнутого водооборотного цикла составила 424,8 млн. руб. в год.

В результате деятельности аквакомплекса мы получаем возможность создания на территории ТЭЦ дополнительных биофильтров, на основе использования выращенной в аквакомплексе аквакультуры, получаем экологически чистые виды топлива, в особенности перспективно получение биодизеля. Также, используя замкнутый водооборотный цикл, мы снижаем антропогенное воздействие на природные водоёмы, уменьшаем эвтрофикацию водоёма, производим макрофиты и особо ценные виды водорослей и выращиваем рыбу. Все эти мероприятия способствуют экологизации предприятия, так как уменьшается водопотребление предприятия и снижается нега-

тивное воздействие сбрасываемых стоков на Куйбышевское водохранилище. Использование биодизеля вместо традиционного вида топлива позволит снизить количество образующихся выхлопов от автотранспорта, что улучшит экологическое состояние атмосферного воздуха в г.о. Тольятти.

Создание аквакомплекса на территории ТЭЦ позволит экологизировать предприятие, снизить его антропогенную нагрузку на окружающую среду и получить дополнительные экономические преимущества, в результате реализации получаемой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абросов, Н.С., Ковров, Б.Г., Черепанов, О.А. Экологические механизмы сосуществования и взаимодействия популяций. Новосибирск: Наука, 1982. - 301 с.
2. Ба Мохамед Ламин Эколого-биологическое обоснование выращивания растительных рыб в поликультуре с другими объектами.// Автореф. канд. биолог, наук. Астрахань: АГТУ, 2004. - 25 с.
3. Багоцкий, С.В., Вавилин, В.А. Влияние увеличения поступления органического вещества на систему субстрат-бактерии-зоопланктон // Вод. ресурсы. 1987. № 5. С. 39-44.
4. Багров А.М., Гамыгин Е.А. Аквакультура аридных территорий России.// Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Межд. симпозиум, 16-18 апреля 2007 г.: Материалы и доклады; АГТУ. Астрахань: АГТУ, 2007. - С. 31-34.
5. Беляева, М. А., Гюнтер, Л. И. Биоценозы активных илов высоконагруженных аэротенков и аэротенков с длительным периодом аэрации. — Моск. о-во испыт. природы. Докл. 1967— 1968 гг., 1971.
6. Беляева, М.А., Гюнтер, Л.И. К характеристике биоценоза активного ила в высоко - нагружаемых аэротенках и аэротенков с длительным периодом аэрации // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1969. № 7. С. 98.
7. Бирюков, В.В., Кантере, В.М. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза. М.: Наука, 1985. 292 с.
8. Бирюков, В.В., Тарасова, С.С, Искажение кинетических зависимостей для микроколоний // Микробиологическая промышленность. 1971. № 8. С. 6-10.
9. Бондарева Т.Е., Максимов И.М., Заболотских В.В., Васильев А.В. Перспективы очистки Куйбышевского водохранилища и альтернативного использования биомассы водорослей в качестве биотоплива. В сб. трудов IV международного экологического конгресса (VI международной научно-

технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ЕЛРПТ-2013, гг. Тольятти - Самара, 18-22 сентября 2013 г., изд-во Тольяттинского государственного университета, т.2, научный симпозиум «Биотические компоненты экосистем», с. 15-22. ISBN 978-5-8259-0736-9.

10. Бутусова Е.Н. Замкнутые установки для выращивания рыбы в некоторых странах Европы // Рыбное хозяйство. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. Экспресс-информация. ЦНИИТЭРХ, 1986 вып. 12. - С. 1-13.

11. Вавилин, В.А. Время оборота биомассы и деструкция органического вещества в системах биологической очистки сточных вод. Москва: Наука, 1986. - 144 с.

12. Вавилин, В.А. Нелинейные модели биологической очистки и процессов самоочищения в реках. М.: Наука, 1983. - 158 с.

13. Вавилин, В.А., Васильев, В.Б. Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активным илом. М.: Наука, 1979. - 119 с.

14. Васильева Л.М. Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Нижнего Поволжья. Астрахань: Нова, 2000. - 189 с.

15. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы. Пемза: ПГУ, 2004. - 188 с.

16. Виноградова, А.В., Биотехнология топлива: учеб. пособие / А.В. Виноградова, Г.А. Козлова, Л.В. Аникина. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 212 с.

17. Гершанович А.Д., Пегасов В.А., Шатуновский М.И. Экология и физиология молоди осетровых. М.: Агропромиздат, 1987. - С. 87-105.

18. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. -448 с.

19. Голодец Г.Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1974.-91 с.
20. ГОСТ 30813-2002 «Вода и водоподготовка».
21. Гриневский Э. Установка «Штеллерматик» // Рыбоводство и рыболовство. 1977,-№5.-С. 15-16.
22. Грищенко, Р.Г. Гигиена воды и водоснабжение населенных мест: Методическое пособие / Р.Г. Грищенко. - Бишкек: Изд-во КРСУ, 2003.
23. Догель, А.В. Зоология беспозвоночных, изд. 7. М., 1981.
24. Жабо. В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС Учеб. для техникумов — М.: Энергоатомиздат, 1992.— 240 с.: ил. — ISBN 5-283-00001- X.
25. Жигин А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аква-культуры в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) // Автореф. дис. . д-ра с.-х. наук. М.:ВНИПРХ, 2002. -36 с.
26. Жигин А.В. Установки с замкнутым водоиспользованием в аквакультуре// Рыбное хозяйство, сер. «Пресноводная аквакультура». 2003. - вып. 1. - С. 1-68.
27. Жуков, А.И., Монгайт, И.Л., Родзиллер, И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. М., 1977.
28. Заболотских В.В., Антонова Т.А. Технологии очистки и восстановления естественных городских водоёмов на примере озера в г. Жигулёвск/В.В. Заболотских, Т.А. Антонова// Материалы 3-й Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 3-4 июня 2010 года. – Ульяновск. – С.31 – 34.
29. Заболотских В.В. Региональные аспекты защиты окружающей среды на основе экобиотехнологий /Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012,- Т. 14. -№ 1(3) – С.728-733.
30. Казанский Б.Н., Молодцов А.Н. Методика работы с производителями осетровых в цехах с регулируемой температурой воды.// Труды ВНИ-

РО. Заводское воспроизводство осетровых рыб. 1973. - т. ХСП - вып. 1. 21-33 - с.

31. Калмыков Л. В. Распределение и места концентрации нижеволжской стерляди.// Тез. КаспНИРХ «Осетровое хозяйство СССР», Астрахань, 1994, -Астрахань: КаспНИРХ, 1994. С. 120-121.

32. Канидьев А.Н. Гриневский Э.В. Установка «Штеллерматик» для непрерывного выращивания товарной рыбы // Рыбное хозяйство. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов: Экспресс-информация. ЦНИИТЭРХ.- 1977. вып. 6. 18-22 - С.

33. Карелин, Я.А., Жуков, Д.Д., Журов, В.Н., Репин, Б.Н. Очистка производственных сточных вод в аэротенках. М., 1973. 223 с.

34. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в УЗВ // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. М.: ВНИЭРХ, 1999.-62 с.

35. Киселев А.Ю. Установки с замкнутым циклом водоиспользования и технология выращивания в них объектов аквакультуры // М.: ЭКИНАС, вып.1, 1997. - 80 с.

36. Киселев А.Ю., Бирюкова Т.Б. и др. Индустриальные установки в современной аквакультуре // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура. Прудовое и озерное рыбоводство: Экспресс информация /ЦНИИТЭРХ.- 1999. вып. 1. 25-30 -С.

37. Козлов В.И., Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура. М.: Колос, 2006. - 445 с.

38. Кутикова, Л.А. Коловратки фауны СССР. Определитель по фауне СССР. Л., 1971.

39. Кутикова, Л.А., Фауна аэротенков (Атлас), Наука, М.: 1984. - 265 с.

40. Максимов И.М., Филатова О.В., Бондарева Т.Е., Самойлова А.В., Заболотских В.В. Разработка фитобиосорбционных модулей для очистки и снижения эвтрофирования водоёмов урбанизированных территорий // Сбор-

ник докладов конференции с участием предприятий, учреждений, организаций городского округа Тольятти «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения». – 2015. – 269 С. – С.54-57.

41. Намакштанский Я.В. Альтернативные виды топлива растительного происхождения в автотранспорте XXI века / Я.В. Намакштанский // Наука и инновации – 2005: материалы междунар. науч-практ. видеоинтернет-конф. – Режим доступа: <http://www.rusnauka.com/>.

42. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций. Учебник для вузов / Л.А. Рихтер, Э.П. Волков, В.Н. Покровский. Под ред. П.С. Непорожного. М.: Энергоиздат, 1981. 296 с.

43. Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В. Биологические исследования экологического состояния водоёмов г.о. Тольятти / Стратегическое планирование развития городов и регионов. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина: IV Международная научно-практическая конференция (Тольятти, 30 июня 2014 года) сборник научных трудов: в 2 ч. /отв. ред. Ю.А.Анисимова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – Ч.2. – с. 376. (С. 365 – 370). ISBN 978-5-8259-0794-9.

44. Розенберг Г.С., Краснощёков Г.П. Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. – 249 с.

45. Рязанов, В.Л., Севастьянова, Г.С. Развитие и совершенствование способа биохимической очистки сточных вод., М., 1982.

46. Синельников, В.Е. проблемы чистой воды. М., 1978. – 68 с.

47. Скирдов, И.В. Дмитриева, А.А. Швецов, В.Н. Влияние концентрации активного ила на скорость биохимического окисления/ Очистка промышленных сточных вод: Сб. Научн.тр. ВНИИ ВОДГЕО. М., 1974.

48. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 703 с.

49. Хабаров, О.С. Безреагентная интенсификация очистки сточных вод., М., Металлургия, 1982.

50. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения / И.Г. Фукс // Химия и технология топлив и масел. – 1992. – № 6. – С. 36–40.

51. Яковлев, С.В. Скирдов, И.В. Швецов. В.Н. Применение технического кислорода для биологической очистки сточных вод.,//Водоснабжение и сан.техника.1972, №4.

52. Huang G. et al. / Biodiesel production by microalgal biotechnology // Applied Energy vol. 87 (2010), pp. 38-46 – URL: www.elsevier.com/locate/apenergy (дата обращения 03.03.16).

53. Lauren D'Elia, Andrew Keyser, Craig Young / Algae Biodiesel // Date: October 14, 2010 – URL: [http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-101610-134209/unrestricted/AlgaeIQP10-11-2010\[all\]\[final\].pdf](http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-101610-134209/unrestricted/AlgaeIQP10-11-2010[all][final].pdf) (дата обращения 05.03.2016).

54. Neil Savage / The scum solution // NATURE vol. 474, 23 June 2011, pp.15-16 – URL: <http://www.nature.com/nature/journal/.html> (дата обращения 06.03.2016).

55. Ayhan Demirbas / Biodiesel production from vegetable oils by supercritical methanol // Journal of Scientific & Industrial Research Vol. 64, November 2005, pp. 858-865 – URL: [http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/5379/1/JSIR%2064\(11\)%20858-865.pdf](http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/5379/1/JSIR%2064(11)%20858-865.pdf) (дата обращения 07.03.2016).

56. Yusuf Chisti / Biodiesel from microalgae // Biotechnology Advances vol.25 (2007), pp. 294–306 – URL: <https://www.massey.ac.nz/~ychisti/Biodiesel.pdf> (дата обращения 08.03.2016).

57. Ma F. Biodiesel Production: A Review / F. Ma, M.A. Hanna // Biore-source Technology. – 1999. – Vol. 70. – P. 1–15.

58. Miller, J. A. Watering with waste. Sprinkle wastewater on to a forest and produce clean water, fast-growing trees and polentiful, fat earthworms. — Sci. news, 1981, vol. 120, N 2, p. 29.

59. [Электронный ресурс] URL:<http://teplosniks.ru/teplosnabzhenie/vybrosy-kotelnyx-i-tec.html> (дата обращения 03.03.16).

60. [Электронный ресурс] <http://www.studfiles.ru/preview/1076692/>(дата обращения 03.03.16).

61. [Электронный ресурс] http://www.pavlodarenergo.kz/assets/files/OVOS_K3_TEC3_PE_2015.pdf (дата обращения 03.03.16).

62. [Электронный ресурс] <http://ecologytogliatti.narod.ru/air.html> (дата обращения 03.03.16).

63. [Электронный ресурс] <http://www.tplusgroup.ru/org/samara/organization/tehс-volzhsкого-avtozavoda/>(дата обращения 03.03.16).

64. [Электронный ресурс] <http://gardenweb.ru/biologicheskaya-ochistka-stochnykh-vod-v-estestvennykh-usloviyakh> (дата обращения 03.03.16).