

Жумартов Ельшибек Батырбекович

**Совершенствование техники и технологии очистки
сточных вод в системах малой канализации**

05.23.04 - водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов.

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева

Научный консультант доктор технических наук (05.23.04.),
Мырзахметов М.М.

Официальные оппоненты: доктор технических наук (05.23.04.),
У.А.Соатов
доктор технических наук (05.23.04.),
А.Н. Ким
доктор технических наук (05.23.04.),
Ю.П. Седлухо

Ведущая организация: Кызылординский государственный университет
им. Коркыт Ата

Защита состоится « 25 » декабря 2010 г. в 11³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 14.61.25 при Казахском национальном техническом университете им. К.И.Сатпаева по адресу: 050013, Алматы, ул.Сатпаева,22.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева.

Автореферат разослан « 19 » ноября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
докт. техн. наук

М.Т.Жараспаев

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Освоение природных богатств и соответствующее развитие производительных сил Республики Казахстан сдерживается водным фактором. Создавшее положение в республике вызывает серьезное беспокойство научно-технической общественности и требует решения поставленных проблем, что нашло свое отражение в отраслевой программе «Питьевая вода» на 2002-2010 г.г. и намечаемой программе «Питьевую воду в каждый дом» на 2011-2020 г.г.

Улучшение экологической и социальной среды в малых населенных пунктах, отдельных коттеджей, домов отдыха, санаторий, детских лагерей, вахтовых поселков, фермерских хозяйств и других отдельно расположенных объектов тесно связано с повышением уровня инженерного оборудования. Повышение уровня инженерного оборудования, в свою очередь, требует совершенствования техники и технологии очистки сточных вод и в последующем влекут за собой интенсификацию работы систем канализации и направлены на сокращение материальных и финансовых затрат. .

Наиболее отсталым видом благоустройства сельских населенных мест является коммунальная система канализации. Централизованные системы канализации в настоящий период обеспечивают всего лишь 2% сельских жителей республики. Масштабы предстоящей в этом направлении работы требуют серьезного обоснования и определяют ряд специфических проблем, связанных с очисткой малых количеств сточных вод, т.е с системой малой канализации.

Наряду с этим, при комплексной обработке сточных вод вопросы обеззараживания, дезинфекции и окисления органических загрязнений сточных вод в системах малой канализации перед сбросом их в водоем или в накопитель требуют, решения вышеупомянутых проблем.

В связи с вышеизложенным, тема диссертационной работы, направленная на решение этих проблем является актуальной.

В основу диссертационной работы положены исследования комплексной обработки сточных вод системы малой канализации, выполненные автором и под его руководством, на кафедре строительные инженерные системы КазНТУ им. К.И.Сатпаева.

Целью диссертационной работы являлось установление основных принципов совершенствования техники и технологии комплексной очистки сточных вод в системах малой канализации.

Основная идея работы заключается в экспериментальном исследовании и теоретическом обосновании методов очистки сточных вод малой производительности, обработки осадков, навозной жижи и пищевых отходов и получении на их основе биогаза, обеззараживании воды, разработке технологических схем обработки сточных вод и осадков и использовании полученных результатов при проектировании систем канализации малых населенных мест, отдельных коттеджей, домов отдыха, лагерей, вахтовых поселков.

В соответствии с поставленной целью были определены задачи, результаты решения которых выносятся на защиту.

Работа выполнялась в соответствии с республиканской целевой научно-технической программой «Научно-технические проблемы развития машиностроения и создания высокоэффективных машин и оборудования» на 2001-2005 г.г., РКП МНТЦ «Машиностроение» Министерства экономики и торговли РК и «Научно-техническая оценка техногенных процессов и путей утилизации отходов в Республике Казахстан» на 2004-2007г.г., а также в рамках ряда ранее выполненных хозяйственных НИР (1981-2008 г.г.).

Научная новизна работы:

1. Усовершенствована компактная установка, обеспечивающая эффективную биологическую очистку хозяйственно-бытовых сточных вод для автономной и местной систем канализации, включающую аэротенки с полным наполнителем из циолита расположенной горизонтально и вертикально движению воды (пред.патенты РК №10780, №13243); предложены изменения к расчету аэротенка ;

2. Разработан аппарат (пред.патент РК №10656 и полезная модель РК № 219), и установлены технологические параметры аппарата хлорсатуратора и предложены технологические схемы для обеззараживания, дезинфекции и окисления органических веществ в сточной воде;

3. Усовершенствованы технологические схемы физико-химической очистки производственных сточных вод (пред.патент РК № 15506) местной системы канализации, позволяющий ввести реконструкцию биологической очистки производственных сточных вод;

4. Разработан аппарат (пред.патент РК № 12414), установлена возможность и целесообразность обработки смеси навозной жижи и осадков сточных вод для получения биогаза, обоснованы технологические параметры аппарата и предложена технологическая схема для получения биогаза, предусматривающая отдельные процессы их брожения;

5. Разработаны математические модели процессов биологической и физико-химической очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод для автономной и местной систем канализации, позволяющий назначить оптимальный режим технологии очистки сточных вод.

Научные положения, выносимые на защиту :

- анализ сооружений обработки сточных вод и осадков, а также обеззараживания, дезинфекции и окисления в системах малой канализации с позиции их совершенствования и классификации;

- исследованные конструкции полочных аэротенков, загруженные засыпным наполнителем месторождения Алматинской области , установленные закономерности, которые позволили внести изменения в расчеты аэротенков;

- установление новых закономерности получения хлорреагента на предложенный нами конструкции, позволяющей расширить область их применения;

- предложенная упрощенная технология очистки производственных сточных вод фабрики первичной обработки шерсти физико-химическим

методом, включающим окисление хлорреагентом и электрорегентной коагуляций, обеспечивающий высокий эффект очистки сточных вод;

- установленная технология раздельного сбраживания смеси сточных вод и навозной жижи на базе усовершенствованного биореактора, позволяющего выделять значительное количество биогаза.

Личный вклад соискателя:

- постановка проблемы и разработка общего подхода к решению поставленных задач;

- разработка и создание экспериментальной базы и методов исследований;

- создание новых технических решений, их экспериментальная проверка и теоретическое обоснование;

- обработка полученных результатов, формулировка научных положений и выводов;

- участие во внедрении результатов исследований.

Практическая значимость работы.

Разработанные и доведенные до апробации и внедрения научно-технические основы исследования позволяют очистить хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды автономных и малых систем канализации и тем самым повысить уровень благоустройства и улучшить экологическую и санитарную среду, обеспечивая экологическую безопасность окружающей среды.

Разработанные математические модели и предложенные технологические схемы комплексной обработки сточных вод и осадков могут быть использованы инженерно-техническими работниками проектных и научно-исследовательских организации при проектировании новых и реконструкции эксплуатируемых очистных сооружений, а также в ВУЗах, при преподавании дисциплин «Водоотведение», «Инженерные системы и сооружения».

Практическая реализация результатов работы. Результаты исследования внедрены в практику проектирования очистных сооружений в ТОО «AGS-Проект» г.Алматы 2010 г., внедрены в ТОО «САТТ» в Жамбульской области в 2002 - 2005 г.г., в ТОО «Фабрика Куат ЛТД» с.Текес Алматинской области в 2001-2005 г.г., ГКУ РК «Кызылорда су жүйесі» в 2008 г., РГКП МН-ТЦ «Машиностроение» в 2001-2005 г.г., на более 60 объектах «Облводоканал» Алматинской области в 2005-2010г.г., в практику проектирования на более 55 объектах ТОО «Талдыкурганводпроект» в 2005-2010г.г., в практику проектирования на более 30 объектах ТОО «Кызылордаводгазпроект» в 2008-2010г.г., а также внедрены в учебный процесс института «Строительства и архитектуры» КазНТУ имени К.И.Сатпаева.

Апробация работы. Основные научные положения и результаты диссертационной работы были доложены и одобрены на Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы: потенциал, использование, технология и экология» Вода-2000; Вода-2001 (г.Алматы 2000г., 2001г.), Международной научно-практической конференции «Су арнасы -2004» и «Су арнасы- 2005» (г.Алматы 2004, 2005г.г.); Международная конференция, Ташкент, 2004г., 4-я Международная научно-практическая конфе-

рениция «Проблемы и тенденции развития пищевой и легкой промышленности в XXI веке», г.Алматы, 2003 г., Международной научно-практической конференции Инженерной Академии РК «Инженерная наука в начале XXI века» (г.Алматы, 2001г.), Международной научно-технической конференции (Чехия, 2010 г.), Международной научно-технической конференции (Беларусь, Витебск, 2006 г.), Международной научно-практической конференции «Архитектура и строительство в новом тысячелетии» (г.Алматы, 2008 г.), на научно-методических конференциях КазГАСА (1997-99 г.г.), Кызылорд.ГУ им. Коркыт Ата (2000-2005 г.г.), КазНТУ им.К.И.Сатпаева (2002-2009 г.г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 51 работ, в том числе 2 учебных пособия, 10 публикации являются индивидуальными, 11 предварительных патента РК, 2 нормативных документа, 15 статей опубликованы в изданиях рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки РК, 8 статей опубликованы в зарубежных странах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения и общей характеристики работ, шести разделов, выводов, изложенных на 230 страницах компьютерного набора, включает 58 таблицы, 35 рисунков, список использованных источников из 159 наименований и приложения.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель и идея работы, основные научные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая ценность полученных результатов, приведены сведения о реализации результатов работы, ее апробации и количестве публикаций.

В первой главе дан обзор современного состояния водоснабжения и канализации населенных мест Республики Казахстан, классификация очистных сооружений систем малой канализации, основные принципы конструирования и совершенствования и технологические особенности малых сооружений по очистке сточных вод.

Многие сельские (малые) населенные пункты Казахстана до настоящего времени не имеют водопровода и их население пользуется некачественной водой из подземных и открытых источников с минерализацией 2-6 г/дм³, что значительно превышает уровень санитарной нормы.

Особую чрезвычайную тревогу вызывает этот вопрос в сельской местности, где децентрализованные источники водоснабжения составляют до (70±2)%, из которых, от 9% до 16% не соответствуют санитарным нормам по различным причинам.

Централизованной системой канализации городское население республики охвачено в среднем на 62%, из которых 84% - в крупных городах и 10% в поселках городского типа.

В целом по республике лишь в 3 областях, а именно, Алматинской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской малые (сельские) населенные пункты имеют очистные сооружения сточных вод суммарной производительностью 13,2 тыс.м³/сут, где сточная вода очищается механическим методом, и

частично, биологическим, на полях орошения и фильтрации. В большинстве случаев, сточные воды сельских населенных мест без очистки направляются на пруды – накопители.

Многие действующие очистные сооружения уже выработали свои эксплуатационные ресурсы и требуют ремонта. Другие - работают с перегрузкой, что приводит к несоответствию технологии очистки сточных вод проектным данным.

Понятие «малые системы канализации» является общим и объединяет различные сооружения, предназначенные для комплексной обработки сточных вод. Строгого разграничения между этими сооружениями и более крупными не существует. Критерием отличия служат число подключенных к сооружениям жителей, или расход сточных вод. Сооружения, рассчитанные на подключение к ним примерно 5000 жителей, можно относить к числу малых.

Всесторонний обобщающий анализ современной техники и технологии систем малой канализации позволил привести к стройной системе и классификации очистные сооружения канализации.

Очистные сооружения систем канализации по охвату объекта канализования, по производительности и по количеству жителей подразделяются на системы: автономные, малые и централизованные.

Автономные системы канализации должны обеспечивать сбор сточных вод от выпусков отдельного жилого дома, коттеджа, отдельного малого предприятия, когда нет централизованной системы канализации или нет возможности сброса к ним сточных вод.

Местные системы канализации должны обеспечивать сбор сточных вод от малых населенных пунктов, вахтовых поселков, отдельно расположенных домов отдыха и санаторий, лагерей, мастерских, цехов и кооперативов.

Централизованные системы канализации должны обеспечивать сбор сточных вод от средних и крупных населенных мест или по территории объектов канализования.

Инженерные решения по созданию установок биологической очистки сточных вод малых населенных мест направлены в первую очередь на обеспечение их устойчивой работы в условиях резко-переменных гидравлических и органических нагрузок. Практическое использование технологического моделирования позволяет обобщить экспериментальные данные, что дает возможность, в конечном счете, сократить объем экспериментальных исследований, необходимых для проектирования новых и интенсификации существующих очистных сооружений.

Технологическое моделирование может быть реализовано различными способами, например, с использованием методов математического планирования эксперимента.

Обзор современного состояния водоснабжения и канализации населенных мест Республики Казахстан, анализ основных принципов конструирования и совершенствования выявил основные требования к технике и технологии очистки сточных вод к системам малой канализации и позволил сформулировать следующие основные задачи:

-разработка научно-обоснованных принципов технологии очистки и конструирования малых сооружений для очистки сточных вод;

-разработка научно-обоснованных принципов и создания технологически простой компактной и экономичной установки для обеззараживания природных вод, дезинфекции водопроводов, а также окисления органических загрязнений сточных вод;

-разработка научно-обоснованных принципов и совершенствования установки, а также технологии обработки осадков сточных вод и навозной жижи;

- совершенствование технологических схем очистки и обработки осадков сточных вод малой производительности.

Вторая глава посвящена экспериментальным разработкам по совершенствованию технологии биологической очистки сточных вод малой производительности. Проведен краткий анализ современного состояния проблемы проектирования компактных установок для автономных и местных систем канализации.

Практика показала, что копирование технологических приемов, применяемых для крупных очистных сооружений, в большинстве случаев неприемлемы для малых объемов сточных вод. Одним из наиболее сложных вопросов при проектировании малых очистных сооружений является определение реального количества сточных вод, состава, свойства и режима их поступления.

Известны конструктивные разработки различных фирм и компаний ближнего и дальнего зарубежья, такие как КУ-2, "Биоконтактор", "Ручей", "Нептун" НИИ КВиОВ, фирм Лурги, Пассиван, Дегремон, Альфа-Лаваль и др. Известны работы, посвященные отдельным вопросам этой проблемы.

В области систем водоотведения сельских населенных мест за последние 20-25 лет наметились тенденции к качественному изменению методов очистки малых расходов сточных вод. Имеется в виду использование в широком диапазоне сооружений с аэротенками различных модификаций, т.е. продленная аэрация, полная минерализация, минерализация избыточного активного ила с разными методами аэрации: механической и пневматической. Компактные сооружения в основном комбинированные, включают решетки, аэротенки, вторичные отстойники, аэробные стабилизаторы.

Недостатки классических аэротенков, которые исчерпали свои возможности, обусловили создание новых конструкций, которые обеспечивают удержание активного ила в зоне аэрации посредством наполнителей с фиксированным биоценозом.

Прикрепление биоценоза значительно увеличивает общий объем и видовой состав активного ила в аэротенках, и тем самым создается возможность регулирования скорости биохимических процессов за счет изменения дозы ила и обеспечения более надежной работы сооружений.

Согласно задачам исследований на полупроизводственной установке смонтированной на станции аэрации Алматы в 2003-2005г.г. были проведены экспериментальные исследования по биологической очистке сточных вод.

В течение 1,5 лет в 2003-2005г.г были проведены 51 эксперимента продолжительностью 1-3 суток по 16 режимам работы установки.

Основные расчетные показатели аэротенков с продленной аэрацией расположены в широком диапазоне. Это оказывает большое влияние, в первую очередь, на конструктивные параметры компактной установки.

В результате исследований расхода воздуха и его интенсивности определено, что на эти показатели оказывают влияние окислительная способность аэротенка, нагрузка на активный ил и биоценоз простейших микроорганизмов активного ила.

В режимах работы экспериментальной установки изменялись дозы активного ила, расходы воздуха воды. Выявлено, что скорость растворения кислорода в воде зависит от давления воздуха, температуры воды от дефицита кислорода, гидродинамики потока, взаимодействия поверхности воды и воздуха, состава сточных вод, размера воздушных пузырьков, вида аэрации и ряда других показателей. Некоторые факторы, отмеченные выше, достаточно подробно исследованы.

Для того чтобы привести все сведения к одному знаменателю, температура воды была изменена на 20 C^0 , окислительная способность – на 2%, и скорость растворения кислорода воздуха во всех точках в аэротенке принята одинаковой.

Во всех режимах эксперимента проходила неполная и полная биологическая очистка сточных вод с нитрификацией.

Во всех точках аэротенка дефицит кислорода показывал ниже единицы, и это соответствовало работе аэротенка – смесителя на полную биологическую очистку. Дефицит кислорода находился в пределах 0,45-0,65, так как, концентрация растворенного кислорода постоянно находилась выше 2 мг/л. Поэтому, концентрация нагрузки на активный ил не будет зависеть от окислительной мощности и расхода воздуха, и только будет показывать постоянное присутствие растворенного кислорода в сточной воде.

Прикрепление биоценоза значительно увеличивает общий объем и видовой состав активного ила в аэротенках, и тем самым создается возможность регулирования скорости биохимических процессов за счет изменения дозы ила и обеспечения более надежной работы сооружений.

Задачей настоящих исследований явились исследования влияния материала засыпного фиксированного наполнителя на интенсификацию биохимических процессов в аэротенках с продленной аэрацией.

В качестве материалов исследования были выбраны активированный уголь марки БАУ-А и природный цеолит - клиноптилолит выпускаемый ЗАО "Рыстас" Алматинской области. Природный клиноптилолит со структурной формулой $\text{Na}_6[(\text{AbO}_2)_6(\text{SiO}_2)_6\text{bo}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, размерами зерен в среднем 1,15 мм, плотностью $2,20\text{ г/см}^2$, объемной массой 900 кг/м^3 обладает пористостью порядка 53-58%, существенно большей, чем керамзит, горелые породы, кварцевый и гранитный песок. Они привлекли внимание технологов благодаря своим уникальным адсорбционным, ионообменным, фильтрационным, каталитическим свойствам.

В действующий экспериментальный аэротенк-отстойник была вмонтирована перегородка натянутая сеткой, загруженной в первом случае активированным углем марки БАУ-А, а во-втором -цеолитом, высотой 10 см. При этом соотношение объемов - аэрационной, сорбционной и зоны осветления составили 50:30:20 %, расход воздуха-45 м³/час, расход сточных вод-1,2 м³/час.

Данные таблицы 1 свидетельствует об увеличении окислительной мощности аэротенков благодаря наличию фиксированного биоценоза. При этом технологические показатели наполнителя-цеолита оказались выше, чем у активированного угля БАУ-А.

Таблица 1 - Изменение состава и дозы активного ила в аэротенке

Время, сутки	Масса биоценоза,г	Доза активного ила,г	Кол-во видов биоценоза
3	2/3	1,9/2,5	4/6
6	1/7	2,1/3,3	10/13
10	7/9	2,4/3,8	12/14

Примечание: начальная доза активного ила – 1, 3 г/л, иловый индекс – 80. В числителе показатели по БАУ-А, в знаменателе – по цеолиту.

Экспериментальными исследованиями установлены следующие технологические параметры аэротенка -отстойника: продолжительность очистки-3,3 часа; доза активного ила -2,5-3,8 г/л; скорость окисления-40-45 мг/(г-час); иловый индекс-110; эффект очистки по взвешенным веществам 96%, по БПК-97%.

При описании кинетики биохимического процесса многие исследователи пользуются уравнениями Михаэлиса, Ментена, Моно,Герберта, Иерусалимского. Эти уравнения описывают ход биохимического процесса на определенном отрезке времени, стадии появления вторичных загрязнений и не являются универсальными. Для малых очистных сооружений не всегда могут найти применение только одно из этих уравнений. Задачей настоящих исследований является, в этой связи, подбор подходящего типа уравнения кинетики.

Существуют несколько математических моделей процесса очистки сточных вод в аэротенках. Наиболее точной, с точки зрения раскрытия сущности процесса, считается модель Годи, согласно которой материальный баланс субстрата и баланс биомассы для аэротенка определяется соответственно следующим образом

$$(ds/dt)_v = F S_i + a F S_e - F(1+a) S_e - \mu X V / Y_t; \quad (1)$$

Согласно изложенной теории, был проведен анализ рабочих параметров экспериментальной малогабаритной установки с пневматической аэрацией. Сооружение работало в разных условиях нагрузок и эффекта очистки. Так расход сточных вод F изменялся в диапазоне 15-150 м³/сут; концентрация активного ила X в пределах 0,5-10 г/л, концентрация взвешенных веществ в очищенной воде X_e от 3 до 100 мг/л, эффект очистки по БПК₅ (S_i – S_e) составлял от 25-96%.

Величины μ_{\max} и K_S можно определить также графоаналитически, аналогично преобразованному уравнению (1), построив график в осях $1/S_e$ и $1/\mu$

$$1/\mu = (1/\mu_{\max}) + K_S/\mu_{\max} S_e \quad (2)$$

Возраст ила вычислялся по формуле, $\Theta = XV/FX_e$ (3)

значение $1/\gamma_0$ по формуле, $1/Y_0 = (1/Y_t) + (k_d \Theta/Y_t)$, (4)

удельный прирост ила,
$$\mu_{\max} = (\Delta S_6 W)/(L_0 - L_t) Q \quad (5)$$

где, ΔS_6 – абсолютное количество прироста по беззольному веществу ила, г/м³.сут.

Теоретическими исследованиями установлено, что на процессы биологической очистки аэротенка в компактных установках оказывают влияние три основных технологических параметра, конечная концентрация загрязнений органических веществ, объем биомассы активного ила и время аэрации. Соотношения вышеуказанных параметров определяются согласно:

$$L_t = 100 / (1 + n \cdot X_t)^m, \quad (6)$$

Экспериментально установлено, что при дозе активного ила в аэротенке равной 2,5 – 3,6 г/л постоянная степень очистки сточных вод достигает 80% за продолжительность времени аэрации, равной 2-4 часа.

Теоретическими исследованиями классических принципов описания ферментативной реакции установлено, что в основе классической технологии биологической очистки, лежит разделение фаз окисления углерода и азота. На первой стадии происходит окисление органических веществ загрязнений гетеротрофной биомассой, а на второй – окисление аммонийного азота до нитритов и нитратов, автотрофными бактериями. Скорость изъятия и окисления органических веществ, а в дальнейшем скорость очистки по БПК считается пропорциональной количеству активного ила в системе, величина скорости выражается в удельном количестве снятой БПК на единицу беззольного вещества ила в час. Зависимость скорости очистки от концентрации растворенного кислорода C_0 постепенно возрастает, но при уровне C_0 более 3 мг /л меняется в небольших пределах.

Математической обработкой показателей состава осветленной и биологической очищенной воды станции аэрации Алматы за 2004-2006 годы выявлено несоответствие данных эксплуатации расчетным зависимостям, указанным в п.6.143 СНиПа 2.04.03-85*.

Исследованиями установлено, что влияние растворенного кислорода выражено в п.6.143 как бесконкурентная активация, а доза ила как конкурентное ингибирование. Никакого отражения в формуле не нашли процессы нитрификации и денитрификации.

Выявленные недостатки привели к анализу формул в п.6.143 на основе классических принципов описания ферментативных реакции.

В результате сопоставления расчета аэротенка по СНиП с реальными

данными, и, используя методику Мишукова Б.Г. и Соловьевой Е.А., получены новые расчеты аэротенка-смесителя с соответствующими поправками.

Расчетная формула, учитывающая влияние растворенного кислорода, может быть представлена, в виде:

$$c = K_n c_{\max} \frac{L_{ex}}{K_n K_l + L_{ex}} \quad (7)$$

в которой,

$$K_n = a \frac{K_0 + C_0}{aK_0 K_l + C_0}$$

с численными значениями $K_0 = 1,2$ мг/л и $\alpha = 6$.

$$t = \frac{L_{en} - L_{ex}}{\frac{a_i}{1 + \varphi \cdot a} (1 - s) \cdot \rho} \quad (8)$$

По фактическим данным работы аэротенков в Алматы определены общие параметры для расчета, а именно: $\rho = 34$ мг/г.ч; $K_l = 14$ мг/л; тогда как, по данным табл. 40 СНиПа $\rho = 85$ мг/г.ч; $K_l = 33$ мг/л.

Таким образом, при наличии нитратов в иловой смеси, скорость очистки при $C_0 = 0$ не будет равна нулю, а составит какую-то величину, вычисленную по новой формуле и не будет снижать интенсивность биологической очистки. Реализация этого явления может быть осуществлена за счет устройства денитрификатора (аноксидной зоны), когда нитраты заменят часть растворенного кислорода.

Третья глава посвящена весьма актуальному вопросу разработки простого в конструктивном оформлении аппарата, требующего элементарного обслуживания, не имеющего вращающихся механизмов, вакуумных установок.

Несмотря на многочисленные недостатки хлора, и его соединений отказаться полностью от них в практике водоподготовки в ближайшее время нет возможности, так как ни один другой метод не обладает высокой надежностью бактерицидного действия, что так важно для сохранения качества воды в распределительных сетях. Поэтому, какими бы другими методами не обрабатывалась вода перед подачей в сеть воду необходимо хлорировать.

Для обеспечения высокой санитарной надежности водопроводов и систем малой канализации, предложен гидравлический способ получения хлор агента, основанный на одновременном осуществлении процессов размыва и растворения слоя хлорреагента в специальной установке с помощью напорной водяной струи, который способен поддерживать в воде постоянное количество небольших доз хлора.

Размытый слой транспортируется вместе с потоком воды, насыщенный продуктами гидролиза хлорсодержащего реагента, например, гипохлорит натрия.

Таким образом, задачей исследования явилось создание мобильного

малогабаритного устройства для обеззараживания и дезинфекции воды с упрощенной конструкцией и техническим обслуживанием. На установку получены патент республики Казахстан № 10656 от 21.06.2001г и полезная модель РК за № 219 (см. Б.И.№ 5.2006), а также ТУ 7500 РК 39861238 ТОО-001-2003.

Хлораторная установка сатураторного типа, (см.рисунок 1), (хлор-сатуратор ХС-10-100) представляет собой перевернутую коническую напорную емкость, в которую загружается реагент (гипохлориты и другие хлорсодержащие реагенты). Установка работает только за счет энергии потока воды без использования механической или электрической энергии.

Корпус хлоратора представляет собой коническую или пирамидальную напорную емкость высотой 1,0-1,2м и диаметром 0,5-0,6м. Его можно устанавливать в любом водопроводном колодце $d=1,5$ м.

В корпус хлоратора загружается хлорсодержащий реагент. Для этого корпус снабжен люком $d=100-150$ мм с крышкой, который герметически закрывает сосуд во время работы. Для выброса оставшегося шлама в конце рабочего цикла хлоратор снабжен сбросной трубой, который под имеющимся в сосуде напором выдавливает шлам из установки.

Внутренняя поверхность хлоратора должна быть защищена от контакта с раствором хлора. Для этого поверхность должна быть покрыта антикоррозийным покрытием, которые разрешены Минздравом РК для применения в системах питьевого водоснабжения.

Емкость хлоратора позволяет загрузить хлорреагент в количестве 20 кг за один раз.

Как было отмечено выше, внутри установки имеет место размыв и растворение загруженного хлорреагента. Исходя из этого, рассмотрены теоретические вопросы размыва, с точки зрения теории напорных водяных струй.

Развитие теории напорных водяных струй связано традиционно с гидромеханизацией процесса разработки грунта. Основной задачей в этом случае является размыв, и перемещение всей массы размываемого тела под воздействием струи.

Все турбулентные струи в зависимости от того, в какой среде они растекаются, классифицируются на: незатопленные, затопленные свободные и затопленные несвободные. Большой вклад в развитие теории струй внесли Н.В.Жуковский, А.Я.Милович, Г.Н.Абрамович, Д.В.Решупкина и др.

В развитие исследований теории напорных водяных струй, связанных с гидромеханизацией процесса разработки грунта, где использован квадратичный закон распространения напорной струи, нами установлено, что при распространении напорной струи в водном пространстве между скоростью на оси струи в каком-либо ее сечении и расстоянием этого сечения от устья насадки существует линейная зависимость.

Для размыва слоя гипохлорита натрия на хлор-сатураторе, практический интерес представляют затопленные несвободные струи. Затопленная несвободная струя, в процессе растекания в толще загрузки хлоратора

затрачивает всю кинетическую энергию поступательно-вращательное движение на взвешивания гипохлорита натрия в узкой части хлор-сатуратора, и устремляемая вверх установки через толщу гипохлорит натрия, не взвешивает его, так как за счет конусности емкости происходит снижение скорости восходящего потока.

По мере прохождения водяного потока через слой загрузки, дополнительно происходит насыщение воды продуктами хлора, за счет растворения активной части хлорсодержащей загрузки. Скорость растворения активной части гипохлорит натрия зависит не только от температуры воды, вида хлорсодержащего реагента и величине рН среды но и от интенсивности вихревой размывающей струи, эту особенность необходимо учитывать в работе хлоратора.

В результате теоретических исследований получено выражение для нахождения глубины зоны размыва загрузки хлор реагента, которое в общем виде можно написать:

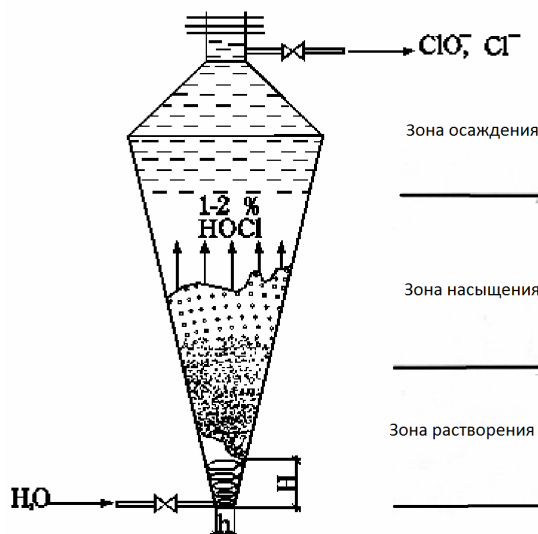


Рисунок.1 Схема взаимодействия водяной струи со слоем загрузки хлоратора

$$\frac{V_c}{V_{cp}} = \left(\frac{\alpha_{нас} H}{R_o} \right)^2, \quad (9)$$

где,

H – глубина размыва, см

$\alpha_{нас}$ – коэффициент для струи, который для насыпного слоя экспериментально определена ; величина значения $\alpha_{нас} = 0,016$.

Откуда находим глубину зоны размыва загрузки хлора H :

$$H = \frac{R_0}{0,016} \sqrt{\frac{V_c}{V_{cp}}}, \quad (10)$$

Глубина размыва H , в данной формуле (10) остается неизменной, так как по мере образования пустоты это пространство заполняется загрузкой, поступающей за счет собственного веса.

Исследованиями установлено, что при конусности установки $25-30^\circ$ происходит наиболее оптимальное сползание слоя загрузки. Собственный вес слоя загрузки меньше на 20-25% за счет того, что он находится в восходящем потоке воды. Вследствие этого, также исключается прессование слоя гипохлорита натрия при длительном времени нахождения в закрытой емкости.

Вследствие тангенциального входа воды с большой скоростью в узкой части хлоратора образуется вихреобразное движение. Этот поток размывает нижний слой реагента, растворяет активную часть гипохлорита натрия и поднимает раствор в верхнюю часть установки. Раствор хлора после размыва в нижней зоне по пути наименьшего сопротивления и кратчайшего пути отводится в верхнюю зону установки.

Внутри хлоратора можно разделить следующие зоны: зона растворения; зона насыщения; зона отстаивания.

Теоретическими исследованиями установлено, что рассматривая процессы растворения хлорреагента, используя при этом, закономерности растворения описанной в химической технологии, был использован основной закон кинетики физического растворения: плотность потока вещества с поверхности растворения пропорциональна концентрационному недонасыщению раствора, который может быть записан в виде

$$j = K (C_s - C_1) \quad (11)$$

где C_s – концентрация насыщения; C_1 – концентрация раствора; K – коэффициент скорости растворения.

Целью кинетического расчета является определение времени растворения частиц T_s в условиях данного процесса. При известной скорости v_p перемещения частиц по аппарату легко устанавливается его длина

$$L = v_p T_s, \quad (12)$$

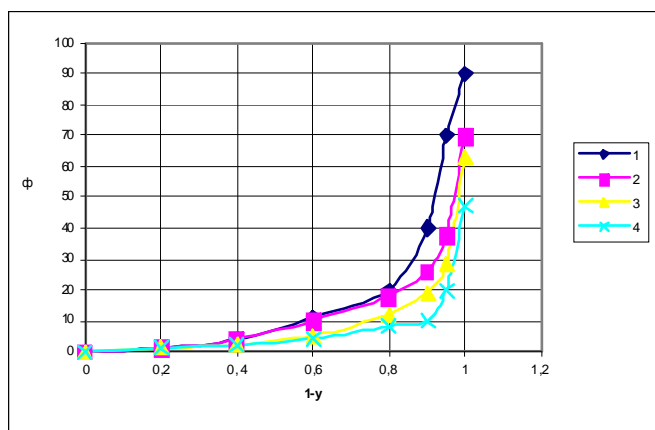
во многом определяющая габариты, массу и стоимость установки.

По результатам полученных выражений, по кинетическим расчетам процессов растворения гипохлорита натрия в воде построен график на рисунке 2.

Во втором этапе интегрируется уравнение кинетики и преобразуется к виду

$$\phi = c_1 \int \frac{dx}{C_s - v_p(x)} \quad (13)$$

Исключая промежуточный параметр x из функций $\phi(x)$ и $y(x)$, определяем искомую кинетическую кривую. Так получены четыре кинетических кривых, соответствующих четырем заданным условиям (рисунок 2).



Примечание: (частицы размером более 0,2 см отсеяны)

Кривая	β , кг/м ³	t , °C
1	226	25
2	38	100
3	226	100

Рисунок 2 - Кинетика растворения гипохлорита натрия

Анализ экспериментальных данных показывает, что при изменении введенной дозы хлора, расход обрабатываемой воды оставался постоянной величиной и доказано, что при понижении введенного и остаточного хлора критических значений, производительность остается неизменной величиной и обеззараживание воды происходит в полном объеме до 20-25 суток рабочего цикла, согласно санитарным нормам. При этом остаточная доза хлора составляла 0,2 мг/л.

Получены ряд зависимостей в виде графиков технологических параметров, таких как, производительность, количество раствора хлора, крепость раствора хлора введенного и остаточного хлора в зависимости от продолжительности рабочего цикла хлор сатуратора, которые описываются уравнениями. Например, график изменения остаточного хлора по времени для первого рабочего цикла описан уравнением

$$Y = -0,05x + 0,02, \quad (14)$$

где, знак минус характеризует нисходящий характер кривой.

С целью технологического моделирования процессов обеззараживания воды хлор-сатуратором был применен метод математического планирования экспериментов. Опыты проводились при оптимальной концентрации хлора. В качестве параметра оптимизации был принято обеспечение требуемой крепости раствора хлора в установке. Для решения задачи был реализован полный факторный эксперимент типа 2^3 с двумя параллельными опытами. В результате было получено уравнение эффекта по обеспечению требуемой крепости хлора в установке:

$$P = 0,38 + 0,33 Q + 0,2F + 1,2V - 0,35 Q V \quad (15)$$

В результате проведенных исследований были установлены следующие технологические параметры: производительность насосной станции от 4,5 до 10 м³/ч, площадь сечения хлораторной установки от 0,1 до 0,3 м², скорость

восходящего потока от 0,1 до 1,2 м/с;

Натурные исследования на действующем сельском водопроводе с. Текес Алматинской области, для целей дезинфекций и промывки системы водоснабжения, показали, что простота устройства, надежность работы хлораторов сатураторного типа позволяют им при определенных условиях успешно конкурировать с другими обеззараживающими устройствами на водопроводных и канализационных очистных сооружениях.

Четвертая глава посвящена совершенствованию технологии очистки производственных сточных вод (ПСВ) фабрики первичной обработки шерсти (ПОШ) в с. Текес Алматинской области.

Запроектированная для этой фабрики станция биологической очистки сточных вод с аэротенками не обеспечила очистку; отсутствие в сельской местности квалифицированного персонала для регулирования и контроля над процессом биологической очистки, а также сезонность характера работы фабрики в целом усложнило применение данного метода.

В этих условиях наиболее целесообразным явился физико-химический метод очистки, где окисление органических веществ осуществляется активным хлором в виде гипохлорита натрия до полной их минерализации с дальнейшей коагуляцией и осаждением.

На фабрике производится промывка натуральной шерсти тонкорунных пород овец, в среднем до 2000 т в год. При этом суточный расход производственных стоков составляет 53,84 м³, хозяйственно-бытовых - 3,8 м³.

Производственные сточные воды образуются от мойки шерсти. Мойку шерсти производят в 6 ваннах различной вместимости по каскадной противоточной водной технологии.

Процесс промывки водными растворами моющих веществ представляет собой сложный физико-механический процесс, состоящий из смачивания, эмульгирования, действия электростатических сил отталкивания или гидратации, проникания моющих веществ в жидкие и отвердевшие загрязнители.

В качестве моющих средств широко используются мыло, синтетические моющие средства, такие как сульфонол НП-3, сульфонат, сода и др.

Применение в технологии промывки шерсти различных моющих препаратов обусловило образование двух видов сточных вод, резко отличающихся по составу: мыльно-содовые и сточные воды, содержащие СПАВ.

Сточные воды характеризуются большим количеством взвешенных веществ (около 3 г/л) и органическими веществами по БПК₅ - 350 мг/л.

С переходом фабрики на более дешевую технологию промывки шерсти с мылом и образованием мыльно-содовых производственных вод процессы коагуляции и осаждения резко ухудшились. Это обусловило проведение научных разработок по совершенствованию процессов коагуляции.

Результаты экспериментов по реагентной коагуляции ПСВ показали, что в целом физико-химическая очистка сточных вод вполне осуществима и конкурентоспособна неполной биологической очистке. Так, реагентная коагуляция мыльно-содовых производственных сточных вод дозой

сернокислого алюминия равной 92-102 мг/дм³ и дозой хлора равной 1-1,5 мг/дм³ позволила достичь эффекта очистки всего на 43%.

Поэтому, на втором этапе проводились исследования мыльно-содовых ПСВ по электрореагентной коагуляции (ЭРК). Под электрореагентной коагуляцией (ЭРК) понимаются процессы, которые протекают в воде при одновременном воздействии электрического тока и добавлении сниженных, по сравнению с расчетными, доз химических реагентов. ЭРК с применением электродов осуществляется с использованием коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ и электрического тока с применением растворимых при электролизе электродов.

Одновременное воздействие электрического тока и химических реагентов на воду создает определенные особенности при коагуляции воды, которые исследовались в данной работе.

Анализ результатов предварительных экспериментов показал, что основными факторами, влияющими на процессы коагуляции воды, в данном случае являются доза вводимого коагулянта, материал электродов, плотность тока и удельное количество электричества

Начальное содержание взвешенных веществ составляло 300-350 мг/дм³. Перед началом каждой серии экспериментов предварительно пробным коагулированием определялась доза вводимого $Al_2(SO_4)_3$. Она составила порядка 65-75 мг/дм³.

В опытах, при ЭРК, дозы коагулянта принимались равными $D_k = (0,25-1,5)D_p$, где D_k - принимаемая доза, D_p - расчетная доза, равная 65-75 мг/дм³.

Удельное количество электричества составило интервалы - 15-80 Кл/дм³, плотность тока - 6-24А/м², расстояние между электродами-10 мм.

Эксперименты проводились в стационарном и проточном режимах в лабораторных условиях. Экспериментальная установка позволяла проводить проточные опыты при расходах 15-90 л/ч и силе тока до 10 А, а непроточные - в прямоугольных сосудах объемом 2 л.

ЭРК с растворимыми электродами протекает по несколько иному механизму. Основным отличием является то, что наряду с химическими реагентами и одновременным воздействием электрического тока, процесс коагуляции определяет и электрохимическое растворение материала электродов. Все это вместе создает определенные особенности при коагуляции ПСВ. В связи с этим задачей исследований являлось выявление механизма коагулирования ПСВ в процессе ее отстаивания, определение значимости принятых факторов и оптимизация процессов коагуляции ПСВ в полупроизводственных условиях, а также разработка технологических схем на проектирование очистных сооружений при использовании ЭРК с растворимыми электродами.

В экспериментах использовались электродные пары Al-Al (AMг-5). Перед электрокоагулятором вводили 1%-ный раствор $Al_2(SO_4)_3$.

Благодаря высокой сорбционной способности гидроокиси алюминия, полученного электрохимическим методом, и, воздействуя на органические частицы минимальной его дозой в сочетании с химическими реагентами ($Al_2(SO_4)_3$), дозой, сниженной по сравнению с расчетной, достигается более

высокая эффективность коагуляции ПСВ при одновременном снижении затрат электроэнергии по сравнению со способами коагуляции, проведенными раздельно, т.е. электрохимической и реагентной.

Таким образом, экспериментально установлено, что в электродной паре Al-АI в процессе ЭРК эффективное коагулирование воды достигалось с $q = 20$ Кл/дм³, дозе химического коагулянта Al₂(SO₄)₃ равной 0,5Д_p и $i = 5$ А/м², а также, дозе хлора, равной 1,0 мг/дм³. Анодный выход алюминия составил 90-98%.

Следующий этап экспериментальных исследований посвящен процессам отстаивания производственных сточных вод.

В конкретном случае, в исследуемом нами процессе, рассматривается отстаивание ПСВ фабрики ПОШ по технологической схеме в горизонтальном отстойнике циклического действия, где продолжительность отстаивания составляет 3-4 часа, в два цикла в сутки. Осаждение коагулированной взвеси (КВ) протекает в промежутке между монодисперсной и полидисперсной системами.

Кинетика осаждения коагулированных взвешенных веществ производственных сточных вод в покое будет отличаться для различных фабрик ПОШ.

Показатели α в формуле

$$\alpha = \left(\frac{t}{t_{oc}} \right)^{\alpha/t} \cdot \alpha_{oc}, \% \quad (16)$$

и n в формуле

$$n = \frac{\lg \frac{t_2}{t_1}}{\lg \frac{h_2}{h_1}} \quad (17)$$

определялись экспериментально по результатам технологического моделирования.

Для мыльно-содовых ПСВ фабрики ПОШ с. Текес показатель степени n составил 0,29; для сравнения, для шерстемойных сточных вод фабрики ПОШ г. Улан-Уде, где концентрация взвешенных веществ составляла 48735-5460 мг/дм³, этот показатель составил $n = 0,16$.

По полученным значениям α и n , а также для глубины действующего отстойника, равной 2,3 м (h_3), построен график кинетики осаждения взвеси ПСВ для фабрики ПОШ с.Текес (рисунок 3). График отражает влияние основных параметров α , t и h на эффект осветления мыльно-содовых ПСВ.

Необходимо отметить, что в ходе экспериментов оставались неизменными такие показатели, как рН, содержание хлоридов и сульфатов. Они могут являться

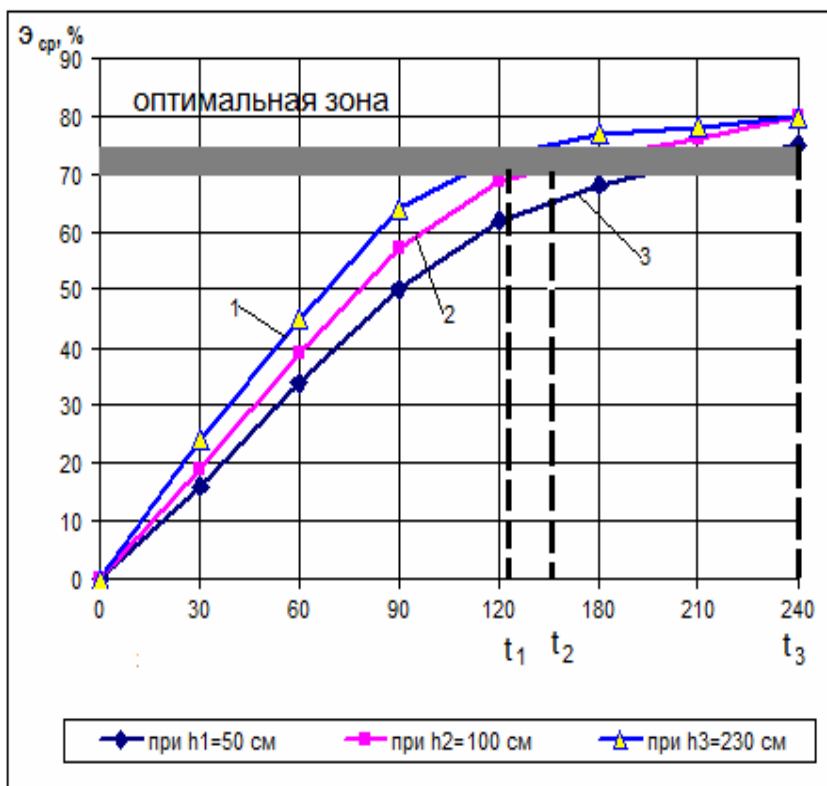


Рисунок 3 – Кривые кинетики осветления мыльно-содовых ПСВ

контролирующими показателями хода процесса отстаивания ПСВ. Планирование эксперимента позволило варьировать все изучаемые факторы сразу, при этом была создана математическая модель процесса отстаивания мыльно-содовых ПСВ.

Для решения задачи был реализован полный факторный эксперимент типа 2^3 с двумя параллельными опытами.

В результате расчета получено уравнение

$$y = 38,07 + 0,33q + 2D_x + 3,39 D_k - 0,02q D_x. \quad (18)$$

Таким образом, наибольшее влияние на процесс осветления ПСВ оказывает количество электричества, дозы хлора и сернокислого алюминия и взаимодействие q и D . При верхнем уровне значений параметров эффект осветления составил 62,69%, при основном уровне - 54,03% и при нижнем уровне - 37,97%.

В пятой главе приведены результаты исследований по совершенствованию технологии обработки осадков сточных вод и навозной жижи и процессы получения биогаза.

Смесь метана и оксида углерода (IV) называется биогазом, его теплота сгорания составляет 18-24 мДж/м³, а чистого метана – 37 мДж/м³.

Получение биогаза, основным компонентом которого (до 80 – 85 %) является метан, сложный бактериальный процесс, протекающий в анаэробных условиях. В нем участвуют разнообразные по биохимическим свойствам микроорганизмы.

Биогаз, образующийся при анаэробном сбраживании осадков городских сточных вод и других подобных им по составу отходов, содержащих органические вещества, в основном состоит из метана и оксида углерода: 65-70% CH₄ и 25-30% CO₂ по объему. Кроме того, в биогазе в небольших количествах могут присутствовать и другие составляющие: до 1% N, до 0,3% CO₂, а также до

1,5% различных углеводов (помимо метана) и небольшое количество сероводорода H_2S .

Процессы анаэробного сбраживания органических отходов с получением топливного биогаза на метановой основе сложнее, чем аэробные, и до сих пор нет полной ясности относительно последовательности отдельных биохимических реакций, составляющих процесс и влияние на них факторов среды.

В разработке теоретических основ анаэробного метанового сбраживания осадков сточных вод значительный вклад внесли Бассвелл, Маккарти, Родигер, К.Н. Корольков, К.А. Овсянников, Н.М. Попова, А.А. Карпинский, Л.И. Гюнтер, И.С. Туровский, Т.А. Карюхина, И. Сайдаминов.

Впервые теория процесса анаэробного сбраживания разработанная Бассвиллом и в последующем доработанная Маккарти, Родигером, а также учеными АКХ имени К.Д. Памфилова Л.И. Гюнтером, Т.А. Карюхиной представляет научный интерес и может быть применима для использования при сбраживании навоза с целью получения из него биогаза.

Согласно современным представлениям анаэробное метановое сбраживание включает четыре взаимосвязанных стадий:

- ферментативный гидролиз нерастворенных сложных органических веществ с образованием более простых растворенных веществ;
- кислотообразование с выделением коротко цепочечных летучих жирных кислот (ЛЖК), аминокислот, спиртов, а также водорода и углекислого газа (кислотогенная стадия);
- ацетогенное превращение ЛЖК, аминокислот и спиртов в уксусную кислоту, диссоциирующую на анион ацетата и катион водорода;
- метаногенное образование метана из уксусной кислоты, а также в результате реакции восстановления водородом углекислого газа.

Для инженерных расчетов значительный интерес представляет модель Конто, применяемый для математического описания процесса анаэробного сбраживания ряда органических отходов, в частности, при сбраживании навоза.

$$b/\tau = B(S/\tau) \cdot \left(1 - \frac{K}{\mu_m \cdot \tau^{-1+K}} \right), \quad (19)$$

Расчеты по методике СНИП и по кинетической модели Конто при $S < S_{кр}$ дают одинаковые результаты, если определять коэффициент K_r по формуле или по эмпирической формуле, наоборот, расчеты значения кинетического параметра K по вытекающему из формулы выражению:

$$K = K_r \cdot (\mu_m S - d) / (BS - K_r d) \quad (20)$$

Отметим, что в отличие от данных Конто, полученных в основном при сбраживании навоза, где при $S < S_{кр}$ значение $K=1$, при сбраживании жидких осадков городских сточных вод $K < 1$, в нашем случае при мезофильном

сбраживании растительной биомассы влажностью 93-95% значение K , рассчитанные на основе экспериментальных данных, составляют соответственно 0,7 - 0,75.

Кривая $K = f(S)$, полученная при сбраживании растительной биомассы приведена на рисунке 4.

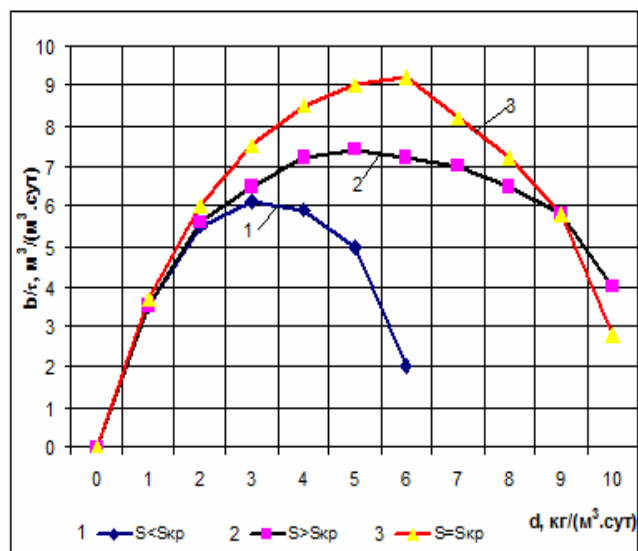


Рисунок 4 - Зависимость скорости выхода метана от нагрузки на биореактор

Основными факторами определяющими ход процесса анаэробного сбраживания, определены температура, состав, доза загрузки осадка, влажность, условия перемешивания, время сбраживания.

Для контроля процесса сбраживания в отбираемых пробах ежедневно анализировали температуру, рН, летучие жирные кислоты (ЛЖК), щелочность, количество и виды бактерий, состав газа. Продолжительность одного цикла опытов составляла 30-60 дней.

Задачей исследований являлось изучение основных параметров, а и-

менно рН, температуры, условий перемешивания осадков, условия протекания процесса сбраживания и выхода из осадков биогаза.

В качестве продуктов подвергающихся сбраживанию в исследованиях использовался коровий навоз с добавлением сточной воды. Исходные показатели по химическому составу исследуемого осадка характеризовались следующим образом: рН = 7,5; концентрация ЛЖК -13,3 мг-экв/л; щелочность - 100мг-экв/л; содержание аммонийного азота -190 мг/л, органических веществ – 83 мг на 1 мг абсолютно сухого вещества, зольность - 16,2%.

Перед загрузкой навоз тщательно измельчался, разводился сточной водой в соотношении 1:1 или 1:0,5 до влажности 90 - 92% и загружался в лабораторный биореактор.

Для изучения условий процесса сбраживания осадка была смонтирована лабораторная установка. Основу установки составляла стеклянная бутылка (биореактор) ёмкостью 10л. Бутылка герметично закрывалась сверху широкой пробкой, через которую проходили две трубки, одна - для выхода газа, вторая - для загрузки биомассы. Нижняя часть бутылки сбоку также герметически закрывалась пробкой, где через отводную трубку производились отборы проб для анализа. Бутылка погружалась в широкий таз, туда наливалась вода, которая постоянно нагревалась до определенной температуры 33°C или 53°C с помощью электрического водонагревателя. Температура воды в тазе постоянно контролировалась с помощью термометра.

Проводились 3 серии эксперимента, при этом задавались следующие технологические параметры сбраживания навоза:

для первой серии: доза загрузки биореактора $D_{\text{заг}} = 10\%$; интервал температуры нагрева навоза в биореакторе $t = 24-53\text{ }^{\circ}\text{C}$; время перемешивания составляла $t_{\text{пер.}} = 10-20$ минут в течение суток; влажность навоза $W = 85-90\%$,

для второй серии : $D_{\text{заг}} = 20\%$; $t = 43-53\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{пер.}} = 20-30$ минут в течении 6 суток ; $W = 91-95\%$;

для третьей серии: $D_{\text{заг}} = 25\%$; $t = 48-53\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{пер.}} = 5-10$ мин/час; $W = 92-97\%$.

Таким образом, в результате проведения серии экспериментов и анализа наблюдения была определена зависимость между щелочностью, рН и содержанием CO_2 в биогазе, откуда можно, сделать заключение, что в процессе сбраживания происходит постоянное снижение содержания углерода в осадке за счет его перехода в CH_4 и CO_2 . Значительная часть общего азота переходит из органической формы в минеральную в вид иона NH_4 , который, соединяясь с растворенным CO_2 , обуславливает щелочность системы.

Можно констатировать, что при распаде молекулы осадка, щелочность среды достигает 4-5 мг-экв/л.

Анализ результатов эксперимента показал, что чем выше щелочность осадка, тем больше ЛЖК может быть нейтрализована без снижения рН.

Определяли зависимость между щелочностью, рН и CO_2 в биогазе в ионной форме. Определили область оптимального сбраживания, к которым соответствуют значения рН - 6,75-7,45 , щелочности - 48-100мг-экв/л и при этом содержание CO_2 в биогазе должно находиться в пределах 26-40%.

Таким образом, анализ 3-й серии экспериментов, а именно, анализ нарушения процессов сбраживания дал возможность построить графическую зависимость выше указанных технологических параметров. Эта зависимость показана на рисунке 5. Как видно, из формы кривых, снижение влажности загрузки биомассы в биореакторе при одном и том же времени пребывания обеспечивает увеличение нагрузки и наоборот, при одной и той же нагрузке увеличивается продолжительность сбраживания.

Экспериментами определены оптимальные границы выше названных параметров, а именно: время сбраживания- 5-10суток; влажность- 90-96%; доза загрузки- 17-20%.

При повышении нагрузок и сокращении продолжительности сбраживания кислотообразующие бактерии переходят в стадию роста и начинают вырабатывать большое количество кислот, которые не перерабатываются метаногенными бактериями. В результате происходит

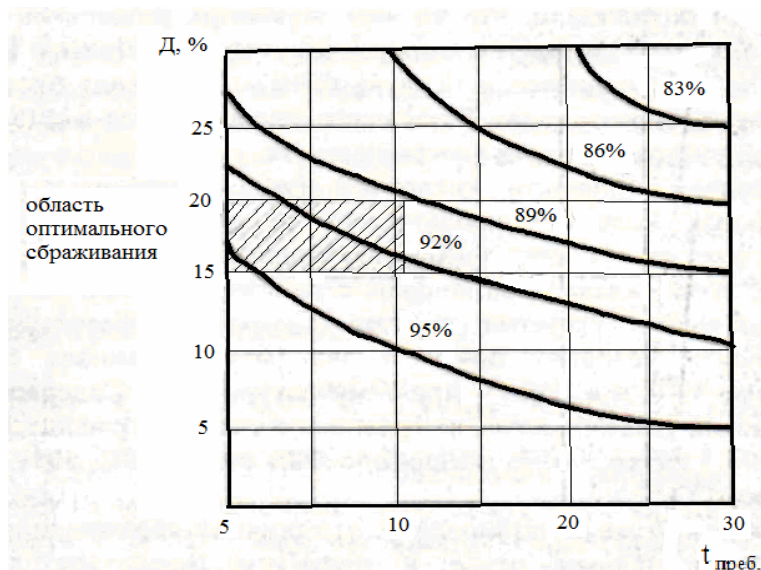


Рисунок 5 - Зависимость между загрузкой свежего осадка и временем пребывания

ности сбраживания кислотообразующие бактерии переходят в стадию роста и начинают вырабатывать большое количество кислот, которые не перерабатываются метаногенными бактериями. В результате происходит

накопление продуктов обмена кислотообразующих бактерий, торможение жизнедеятельности метаногенов и нарушение процесса.

Щелочной гидролиз следует применять в первую очередь при обработке отходов, содержащих много лигнина, целлюлозы, лигноцеллюлозы, которые с трудом поддаются биологическому разложению. К таким отходам относятся солома, навоз и др. При этом выход газа существенно увеличивается.

Исходя из этих условий, задачей эксперимента являлось исследование отдельного процесса брожения навозной жижи. Для этого приготовленную навозную жижу предварительно выдерживали в отдельной открытой емкости объемом 50л. В работе был исследован анаэробный двухфазный процесс сбраживания навоза в термофильных режимах по схеме мезо-термо и термо-термо в I и II фазах. Общая продолжительность сбраживания составляла 3, 7 и 15 суток. При продолжительности I фазы от 2 до 0,9 суток

Исследования показали, что во всех вариантах отдельное сбраживание обладает большей эффективностью, чем это достигается при обычном одноступенчатом процессе, в первую очередь по выходу биогаза метана и скорости его образования. Раздельная система мезо-термо дала самые лучшие результаты при всех условиях опыта. Скорость образования биогаза в термофильных условиях почти в два раза превышала скорость при температуре 33°C и в 7 раз - при температуре 26°C. Содержание метана в газе несколько увеличивалось по сравнению с его содержанием при времени пребывания 1 сутки, но не превышало 60% при $t = 50^{\circ}\text{C}$, 50% при $t = 33^{\circ}\text{C}$ и 40% при $t = 26^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, нами установлено, что процесс сбраживания необходимо проводить на первом этапе в открытом резервуаре для процесса кислотообразования, где должны работать факультативные анаэробы и на втором этапе - метановое анаэробное брожение в термофильном режиме.

Для проведения эксперимента в полупромышленных условиях был выбран животноводческий комплекс в совхозе, находящийся в 30 км от г. Алматы.

Животноводческий комплекс крупного рогатого скота (КРС) предназначен для 800 коров. Он состоит из 7-и одинаково оборудованных баз, различающихся размерами площади и соответственно поголовьем.

К зданию одной из баз примыкает техническое помещение с 4-мя биореакторами, объемом каждой по 1,5м. Для опытно экспериментального исследования, нами была разработана технологическая схема установки по получению биогаза, основанная на индивидуальной биогазовой установке (ИБГУ-1), разработанной АО «Машиностроительный завод».

На опытно-промышленной установке отрабатывали технологические параметры работы, а именно оптимальный режим сбраживания, интервалы значений pH, влияние токсичных веществ, в виде СПАВ, доза загрузки и влажность навоза.

В качестве параметра оптимизации принят эффект выделения газа. Он зависит от времени перемешивания ($t_{\text{пер}}$); влажности (W); дозы загрузки ($D_{\text{заг}}$).

Для решения задачи был реализован полный факторный эксперимент с двумя параллельными сериями опытов. Экспериментальные данные обрабатывались методами регрессионного и корреляционного анализа.

Таким образом, были получены уравнения эффекта выделения биогаза для термофильного режима сбраживания:

$$\mathcal{E}=173,38-1,05 \cdot t_{\text{пер.}}-0,006 \cdot W_{\text{вл.}}-0,98 \cdot D_{\text{заг.}} \quad (21)$$

а для мезофильного режима сбраживания:

$$\mathcal{E}_{\text{м.}}=-47,4+19,22 \cdot t_{\text{пер.}}+0,044 \cdot W-0,4 \cdot D_{\text{заг.}} \quad (22)$$

По данным СНиП 2.04.03-85 «Канализация наружные сети и сооружения» при наличии в сточных водах синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) предусматривается корректировка величины суточной дозы загрузки биореактора, при наличии СПАВ концентрации от 5 до 30 мг/л.

Однако вопросы снижения газовыделений в процессе брожения отдельно навозной жижи или совместного сбраживания их с бытовыми сточными водами до настоящего времени не изучались, и в литературе не встречаются. Поэтому появилась необходимость изучения влияния СПАВ на процессы сбраживания навозной жижи в мезофильном и термофильном условиях. Для этого при выбранных оптимальных технологических режимах работы биогазовой установки предварительно в исходную навозную жижу добавляли алкилсульфат (порошок «Новость») и сульфанола НП-1 дозами от 1,3 до 24,8 мг на 1 г сухого вещества навоза.

Оптимальные параметры при мезофильном режиме: доза суточной загрузки 6%, влажность навоза 91%, рН= 8,25, t=32°C. Оптимальные параметры при термофильном режиме: доза суточной загрузки - 12%, влажность =92%, рН=8,4, t=53°C.

С изменениями концентраций СПАВ, через интервалы 5мг/л проводились 12 серий экспериментов.

Эксперименты показали, что распад органики в навозе в присутствии анионных СПАВ, протекает по той же схеме, как описано в экспериментах НИИКВОВ и в последующем введенных в редакцию СНиП 2.04.03-85, лишь с той разницей, что в навозе происходит более глубокий распад органики, при тех же дозах загрузки и продолжительности сбраживания, чем в осадках сточных вод. Это можно объяснить тем, что глубокому распаду подвергаются углеводы и белки, меньше - жиры.

Данные эксперимента подтвердили, что установленные зависимости, между нагрузкой СПАВ и распадом беззольного вещества и определения величины предельно-допустимой нагрузки для СПАВ соответствует значениям, приведенным в СНиП.

При этом количество выделяющегося газа уменьшилось по сравнению с контрольным на 25%, а теплотворная способность газа - на 10%.

На основании проведенных исследований нами был предложен видоизмененный биогазовый аппарат, на который выдан предпатент РК № 12414 Биогазовый аппарат. Мырзахметов М; Жумартов Е.Б;и др. (Б.И.№ 12 .2002).

В шестой главе рассмотрены технологические схемы очистки сточных вод, предложенных по результатам экспериментов, даны анализ и технико-экономическая оценка предложенным разработкам.

Согласно результатам экспериментальных исследований, проведенных в главе 2 приняты технологические схемы. Наименьшая производительность равной 25 м³/сут компактных сооружений для малых очистных систем канализации рассчитана эквивалентному количеству 250 человек.

Биологическая деструкция органических соединений проходит по интенсивному технологическому процессу, т. е. в основе процесса рассматривается наименьшее время аэрации сточных вод.

Рассмотрены 3 технологические схемы, первые две схемы, которые предложены по результатам теоретических и экспериментальных данных, а на третьей показана технологическая схема, разработанная Российской государственной научно-исследовательской академией коммунального хозяйства на базе КУ-25, который включает аэротенк с продленной аэрацией. Особенностью третьей технологической схемы является то, что время аэрации в аэротенке составляет 4-6 часа, а также рециркуляция возвратного ила равно 300.

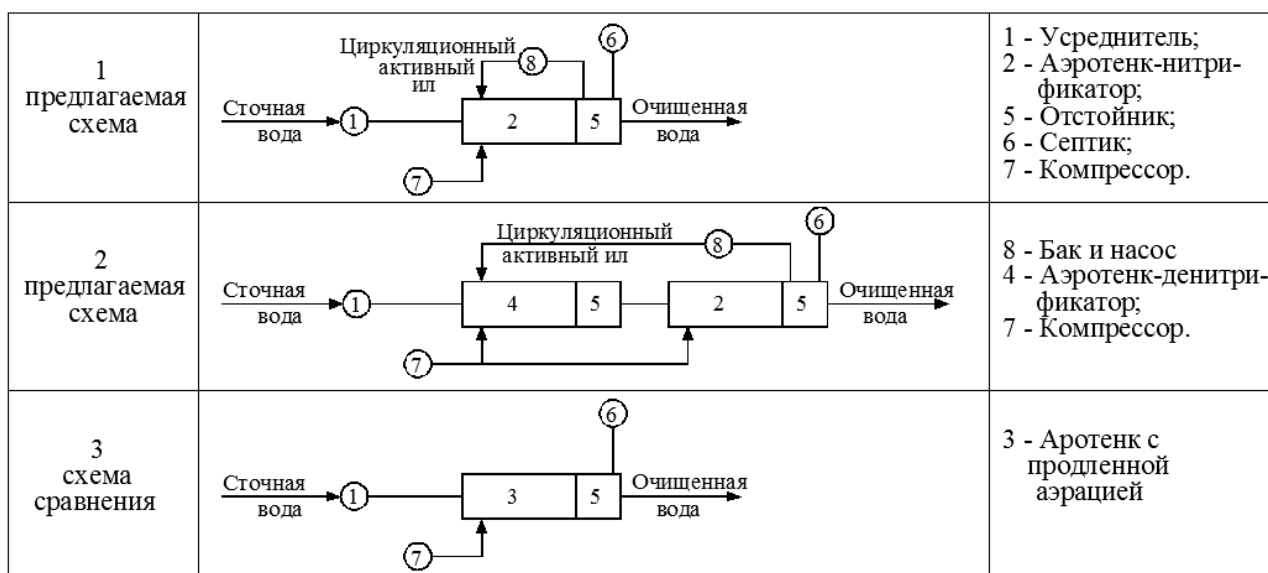


Рисунок 6 – Технологические схемы биологической очистки сточных вод

Во второй технологической схеме приведены двухступенчатые аэротенки. В первой ступени использован аэротенк с горизонтально расположенной полкой, где имеет место процесс денитрификации. В этом случае, в результате взаимодействия в сточной воде аммонийного азота и нитратного азота, а также при равной их концентрации протекает процесс стабилизации очищенной воды, который может продлиться до 45-50 суток. Наряду с этим, в связи с резким уменьшением концентрации растворенного в

воде кислорода, вплоть до нуля, протекают процессы денитрификации.

В технологические схемы входят следующий состав сооружений: ускоритель 1, компрессорная установка 7, аэротенк 2,3,4, где в аэротенке 2 и 3 установлены полки с наполнителями из природного цеолита, вторичный отстойник 5, септик 6, а также бак и насос 8, предназначенный для циркуляции активного ила.

Отличительной особенностью первой и второй технологической схемы является то, что в принятых аэротенках на первой схеме смонтирована полка, расположенная вертикально движению воды, во – второй схеме смонтирована полка расположенная горизонтально движению воды. Полки наполнены природным цеолитом – клиноптилолитом выпускаемого ЗАО «Рыстас» в Алматинской области.

Технологические показатели компактного сооружения первой схемы с аэротенком с вертикальными полками: доза активного ила – 3-5 г/л; окислительная мощность – 288 г/м³.сут; расход воздуха – 45 м³/час; рециркуляция активного ила – 3-5 раз; время аэрации – 2-3 часа.

Эти технологические показатели в 3-5 раз меньше потребляют электроэнергию по сравнению с технологическими показателями по третьей схеме.

Экономический эффект от внедрения компактного сооружения первой схемы составляет 89.93 тыс. тенге в год; второй схемы – 84,05 тыс. тенге в год.

На конструкцию аэротенка первой ступени, показанной во второй технологической схеме получен предварительный патент Республики Казахстан. Патент № 10780. 15.10.2001 г. Устройство для очистки сточных вод.

Внедрение в практику хлор-сатуратора обеспечивает улучшение экологической обстановки, вследствие ликвидации использования бактерицидных ламп и применяемая в сельской местности практика эпизодического хлорирования воды повышенными дозами хлора не дает гарантий санитарной надежности водопровода. Единственным и эффективным средством борьбы с ухудшением качества воды на сельских водопроводах является непрерывное поддержание в системе водопровода остаточного содержания хлора. При этом, снижается риск заболевания населения инфекционными заболеваниями, увеличивается срок службы технологического оборудования и трубопроводов системы питьевого водоснабжения.

Суммарная экономическая выгода от внедрения данной технологии достигается за счет снижения капитальных затрат на обеспечение сельского населения доброкачественной питьевой водой. В связи с этим для технико-экономического сравнения предлагаются два варианта. Первый вариант включает в себя предлагаемую хлораторную установку сатураторного типа. Второй вариант - бактерицидную установку БУВ-60П.

Экономический эффект от внедрения одного хлор-сатуратора на сельском водопроводе составляет 354.66 тыс.тг.в год.

В результате проведенных исследований выбрана физико-химическая технологическая схема очистки сточных вод фабрики первичной обработки шерсти.

Рекомендуемая технологическая схема очистки производственных мыльно-содовых и сульфоновых сточных вод с включением электрореагентной коагуляции при реконструкции очистных сооружений фабрики ПОШ в с. Текес Алматинской области приведены на рисунке 7.

Технологическая схема предусматривает физико-химическую очистку ПСВ и доочистку на биопрудах. Сырой осадок направляется на иловые площадки.

Окисление органических веществ осуществляется активным хлором в виде, гипохлорита натрия или кальция до полной их минерализации с дальнейшей их коагуляцией и осаждением обработанных загрязнений. В состав очистных сооружений входят: реагентное хозяйство, включающее в себя хлор-сатуратор, растворный бак с расходным баком; приемная камера распределитель с электрокоагулятором; горизонтальный отстойник; иловые площадки и пруды-накопители.

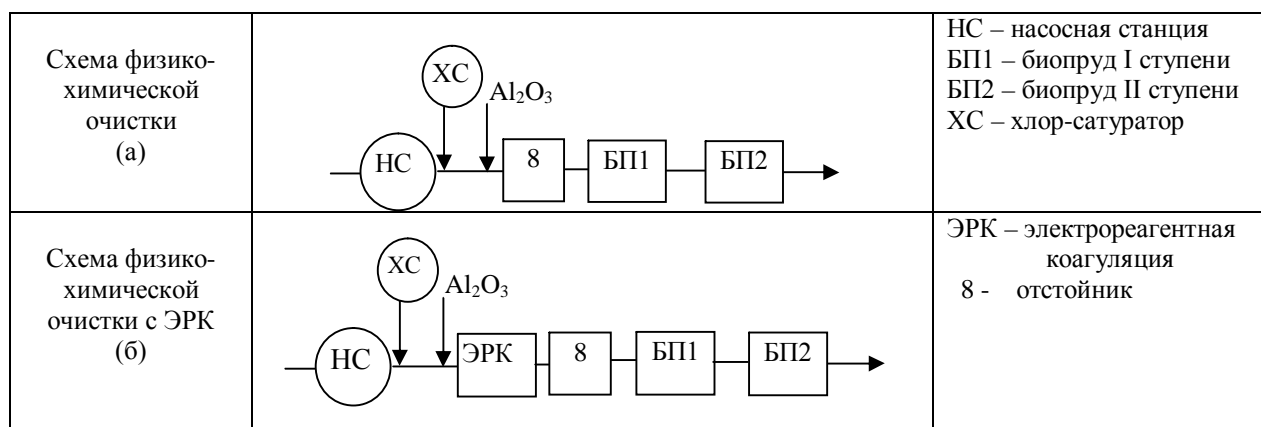


Рисунок 7 - Технологические схемы очистки ПСВ: существующая (а) и рекомендуемая с применением электрокоагуляции (б)

К хлор-сатуратору подводится вода из производственного водопровода фабрики. Раствор хлора дозируется в приемную камеру в течение суток. Залповый сброс сточных вод не влияет на концентрацию хлора. После этого раствор хлора смешивается со сточной водой и окончательный его контакт с органическими и механическими примесями происходит в отстойниках. Одновременно с раствором хлора в приемную камеру подается коагулянт в виде 3%-ного раствора сернокислого алюминия; кроме того, происходит коагуляция загрязнений, образование хлопьев и их осаждение. При этом достигается снижение основных показателей: БПК₅ на 90-94%, ХПК на 80-90%, жиров на 87-93%, сульфанола на 40-50%, соды кальцинированной на 40-50%, при этом коли-индекс достигается 2.

Жиросодержащие сточные воды после улавливания шерсти и минеральных загрязнений по трубопроводу поступают в резервуар-накопитель жира.

Согласно рисунка 7 гипохлорит Са или Na, приготовленный в хлорсатураторе (патент РК за № 10656), вводится в приемную камеру насосной станции. Электрокоагулятор, переоборудованная приемная камера-распределитель, находится перед отстойниками на очистных сооружениях. Блок электродов, собранный в пакет, погружается в камеру-распределитель.

В случае обработки части объема ПСВ (до 50%) используется схема в соответствии с рисунком 7 (б). Целесообразно вводить химический реагент за 10-20 сек до подачи сточных вод в электрокоагулятор. Перемешивание реагента со сточной водой производится в трубопроводе подачи в электрокоагулятор.

Электрореагентная коагуляция ПСВ улучшает технологический режим работы последующих ступеней сооружений, в частности, сокращается в 1,35-1,5 раза время отстаивания взвесей в отстойниках, так как хлопья, образовавшиеся при этом методе коагуляции, способны лучше укрупняться и осаждаться в силу активности гидроокиси.

При применении электрореагентной коагуляции отпадает необходимость подщелачивания воды, дозы предварительно вводимого хлора (гипохлорита Са или Na) могут быть уменьшены в 1,3-1,7 раз по сравнению с реагентной коагуляцией.

Сырой осадок из отстойников обезвоживается на иловых площадках и затем сжигается в котельной.

Технологическая схема очистных сооружений исключает сброс очищенных сточных вод в открытые водоемы. Объем прудов позволяет накапливать весь годовой расход сточных вод фабрики. В будущем очищенные сточные воды после биопрудов будут направлены на полив влаголюбивых пород деревьев, из которых будут изготавливать казахские юрты.

На рекомендуемую технологическую схему очистки ПСВ получен предварительный патент на изобретение № 15506 от 11.09.2003. Экономический эффект от внедрения технологической схемы (а) очистки ПСВ составляет 2 727000 тг. в год; от внедрения технологической схемы (б) очистки ПСВ составляет 4704000 тг. в год;

На основании экспериментальных данных нами предложена технологическая схема предприятия по получению биогаза из навозной жижи (рисунок 8). Она представляется следующим образом: Готовый продукт - навоз, влажностью примерно 70-78%, закупается у сельского населения или фермерских хозяйств, или в животноводческих комплексах.

Складируется на специальных площадках, обвалованных земляным валом размером 10x20x15 м, объемом по 300 м³ каждый, где хранится запас продукции, рассчитанных на 0,5-1 год. Из площадки хранилища сухой навоз подается на резервуары, где он, смешиваясь с водой, превращается в навозную жижу, влажностью 90-92%. При этом необходимо навоз разбавить водой в соотношении 1:0,5. Эта жижа должна находиться в резервуарах 6-10 суток.

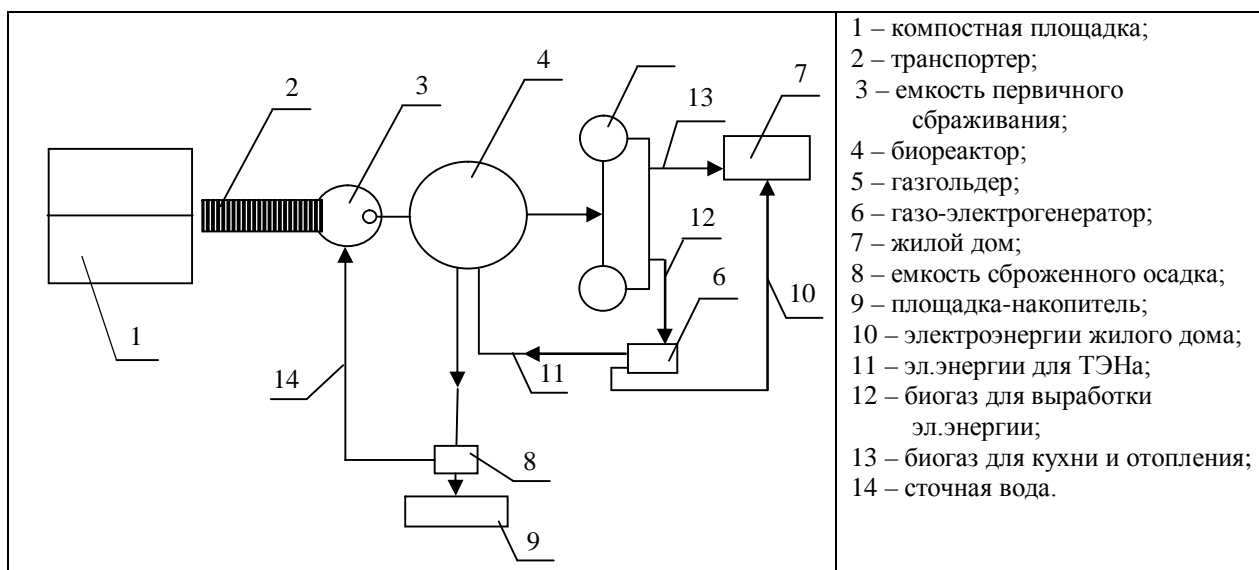


Рисунок 8 - Технологическая схема получения биогаза

Складировать на специальных площадках, обвалованных земляным валом размером 10x20x15 м, объемом по 300 м³ каждый, где хранится запас продукции, рассчитанных на 0,5-1 год. Из площадки хранилища сухой навоз подается на резервуары, где он, смешиваясь с водой, превращается в навозную жижу, влажностью 90-92%. При этом необходимо навоз разбавить водой в соотношении 1:0,5. Эта жижа должна находиться в резервуарах 6-10 суток. Затем навозная жижа насосом подается в биореактор, откуда после процессов брожения образуются биогаз и отработанный навоз. Биогаз собирается в газгольдеры, а отработанный навоз подается в резервуары- накопители, где образованная иловая вода возвращается в резервуар для сжижения, а сброженный осадок подают на площадку - накопитель.

Из газгольдера часть биогаза подается в газовую сеть по наружным газопроводам, уложенным над поверхностью земли, и распределяется в индивидуальном доме к газовым приборам, а другая часть - в газогенератор для выработки электроэнергии.

Экономический эффект от внедрения технологической схемы получения биогаза составляет 1199000 тг. в год.

Заключение

В настоящей работе содержатся новые научно-обоснованные результаты экспериментальных и теоретических исследований, использование которых обеспечивает решение экологических и социальных задач Республики Казахстан на малых объектах путем совершенствования техники и технологии по комплексной обработке сточных вод и осадков в системах малой канализации.

Основные научные и практические результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

1. Проанализировано современное состояние систем водоснабжения и канализации населенных мест Республики Казахстан. Установлено, что существует серьезная проблема с обеспечением качественной питьевой водой городского и сельского населения, что отражается на экологической безопасности республики в целом. Классические методы подготовки воды не обеспечивают требуемого качества воды. Очень остро стоит проблема сточных вод, особенно, в сельской местности, на малых объектах и совсем не уделяется внимание очистке сточных вод.

Впервые приведена классификация очистных сооружений систем малой канализации, принципы конструирования установок и сформулированы задачи предстоящих работ.

2. Экспериментальными и теоретическими исследованиями установлена техническая возможность применения компактного аэротенка с засыпными наполнителями из цеолита месторождения Алматинской области, определены технологические параметры работы и предложены усовершенствованные технологические схемы очистки сточных вод в системах малой канализации, обеспечивающие при наименьших экономических затратах достижение постоянного эффекта очистки до 80% по основным показателям.

3. Разработана и исследована новая простая конструкция установки, а также, обоснована технология обеззараживания и дезинфекции воды, позволяющая обеспечивать устойчивое обеззараживание воды в системах сельского водопровода и малых объектах, которая работает только за счет энергии потока воды, без использования механической и электрической энергии.

4. Экспериментальными и теоретическими исследованиями установлена целесообразность применения усовершенствованной технологии физико-химической очистки производственных сточных вод на фабрике ПОЩ, а именно, электрореагентной коагуляции, совместно с окислением хлором на хлор-сатураторе мыльно-содовых производственных сточных вод, установлены технологические параметры оптимального режима их работы, повышена степень осветления сточных вод на отстающих сооружениях и разработаны технологические схемы, обеспечивающие надежную степень очистки сточных вод.

5. Экспериментально установлена и теоретически обоснована новая усовершенствованная технология совместной обработки навоза и хозяйственно-бытовых сточных вод, позволяющая разделять процессы сбраживания и повышать выход биогаза на новом биореакторе .

Вместе с тем, разработана технологическая схема, позволяющая получать биогаз, электроэнергию, тепло для обогрева помещения и ценное удобрение.

6. Дана оценка реализации результатов исследований и приведены технико-экономические показатели эффективности применения усовершенствованной технологии комплексной обработки сточных вод в системах малой канализации.

Оценка полноты решений поставленных задач. Намеченная цель работы достигнута и решены задачи исследований. Результаты выполненных работ доведены до внедрения.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Результаты исследований предложены в виде изменении расчета аэротенков, разработаны и используются Правила технической эксплуатации хлор-сатуратора ТУ 7500 РК 39861238 ТОО-001-2003 , а также утверждены и используются в практике проектирования Рекомендации по применению электрокоагуляционных методов обработки природных и сточных вод.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. Экономический эффект от внедрения компактного сооружения первой схемы составляет 89.93 тыс. тенге в год; второй схемы – 84,05 тыс. тенге в год; от внедрения одного хлор-сатуратора на сельском водороводе составляет 354.66 тыс .тг.в год; от внедрения технологической схемы (а) очистки ПСВ составляет 2.727000 тг в год; от внедрения технологической схемы (б) очистки ПСВ составляет 4704000 тг. в год; от внедрения технологической схемы получения биогаза составляет 1199000 тг. в год.

Оценка технико-экономического уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Достаточно высокий уровень выполненной работы характеризуется научной новизной результатов исследований, практической ценностью новых технических решений, имеющие патентное подтверждение.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1 Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Состояние очистки сточных вод малонаселенных пунктов Казахстана //Совершенствование инженерных систем и проблемы экологии. Межвузовский сборник научных трудов, КазГАСА, - Алматы.: 1998 . с. 103-109.

2 Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Компактная установка по биохимической очистке сточных вод //Тезисы докл. Международная выставка Вода-2000. Алматы. - с.56-58.

3 Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Шағын аэротенкпен лас суды биологиялық тазарту процесінің технологиялық параметрлерін анықтау //Инженерные аспекты экологических проблем Казахстана; Межвузовский сборник научных трудов, КазМСКА.- Алматы.: 2001. б.97-101.

4 Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Элуфи С. Технологическая схема очистки сточных вод малых населенных мест //Водные ресурсы: потенциал, использование, технология и экология; —Материалы центрально-азиатской международной конференции, Вода-2001, -Алматы.: 2001. с.48-50.

5 Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Малогабаритная установка по очистке сточных вод //Научные и практические проблемы агроэкологии и сельского хозяйства в Приаралье, тезисы докл. Научно-техн. конф. -Кзыл-Орда.: 2000. с.37-38.

6 Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Исследование процессов осаждения иловой смеси во вторичном отстойнике компактной установки по очистке сточных вод // "XXI ғасыр басындағы инженерлік ғылым" Халықаралық, ғылыми-практикалық конференцияның материалдары, -Алматы. 2001. б.285-286.

7 Предпатент РК №10780. Устройства по очистке сточных вод. Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. Б.И.№ 10 .2001

8 Мырзахметов М.М. Жумартов Е.Б. Нурпеисов М.Н. Элуфи С. Т. Обеззараживание питьевой воды в сельской местности./ Первая Казахстанская Международная Конференция: вода Казахстан 2000.Алматы.: 2000. с.49-51.

9 Мырзахметов М.М. Жумартов Е.Б. Нурпеисов М.Н.Элуфи С Хлорсатуратор./ Первая Казахстанская Международная конференция:вода Казахстан 2000.- Алматы.: 2000 с.51 -52

10 Мырзахметов М.М. Жумартов Е.Б. Нурпеисов М.Н. Элуфи С Т. Влияние хлора на качество питьевой воды./ Инженерные аспекты экологических проблем Казахстана: межвуз сб. науч. трудов. –Алматы.: КазГАСА, 2001.с. 23-24

11 Мырзахметов М.М. Жумартов Е.Б. Оспанов К.Т. Элуфи С Т. Технологическая схема очистки сточных вод малых населенных мест./ Вторая Центральноазиатская Международная Конференция: Вода Казахстан -2001. «Водные ресурсы: потенциал, использование, технология и экология»,- Алматы.: 2001. с.51-52

12 Жумартов Е.Б. Оспанов К.Т. Элуфи СТ. Применение хлор-сатуратора для обеззараживания производственных сточных вод./ Вторая Центральноазиатская Международная Конференция: Вода Казахстан-2001. «Водные ресурсы: - потенциал, использование, технология и экология» - Алматы.: 2001. с.77-79.

13 Предпатент РК №10656 . Устройство для обработки и дезинфекции воды. Жумартов.Е.Б.Мырзахметов.М.и др., Б.И. № 09 .2001.

14 Жумартов Е.Б., Нурпеисов М.Н., Аль-Шибли А.К. Технология очистки высококонцентрированных сточных вод // Проблемы и тенденции развития пищевой и легкой промышленности в XXI веке: Материалы 4-й международной научно-практической конференции. - Алматы, 2003.с. 30-32

15 Аль-Шибли А.К., Мырзахметов М.М., Жумартов Е.Б. Результаты физико-химической очистки сточных вод фабрики ПОШ: Вестник КазГАСА, 3-4 (9-10). - Алматы, 2003.с. 31-33

16 Жумартов Е.Б., Аль-Шибли А.К., Токсабаева Г.Л., Хисарова Л.Ц. Новые технологии очистки сточных вод // Перспектива устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона: Материалы Международной научно-практической конференции. – Алматы.: КазГУ , 2004. с. 132

17 Жумартов Е.Б., Аль-Шибли А.К., Токсабаева Г.А., Хисарова Л.Ц. Новая технологическая схема обработки шерстомойных сточных вод // Использование географических информационных систем и симуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии: Материалы международной конференции. – Ташкент.: 2004.с. 25

18 Жумартов Е.Б. Анализ и выбор методов очистки шерстомойных сточных вод. Новости науки Казахстана., (КазНИИНТИ), Информ.листок о научно-техническом достижении № 45-2. КазНИИНТИ, 2010.

19 Жумартов Е.Б., Аль-Шибли А.К. Электрореагентная коагуляция шерстомойных сточных вод // Гидрометеорология и экология. – Алматы.: 2005. № 1.С. 36-37

20 Предпатент РК № 15506 Способ очистки сточных вод шерстомойных производств. Мырзахметов М., Жумартов Е.Б., и др. Б.И.№ 3 .2005

21 Предпатент РК № 17085 Установка для очистки сточных вод. Мырзахметов М; Жумартов Е.Б; и др Б.И.№ 3 .2006.

22 Жумартов Е.Б., Хисарова Л.Ц., Булегенов Г.Р. Экспериментальные исследования аэротенка –отстойника с фиксированным биоценозом. Труды Международной конференции «Инженерное образование и наука в XXI веке» посвященной 70-летию КазНТУ им. К.И.Сатпаева. Проблемы рационального использования природных ресурсов Т.1, -Алматы.: 2005, с.530-532.

23 Жумартов Е.Б., Булегенов Г.Р., Хойшиев А.Н. Қазақстандағы қала және кіші елді мекендердің канализация жүйесінің қазіргі қал-жағдайы. Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Жаңа мыңжылдықтағы сәулет және құрылыс» Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, -Алматы.: 2008,б. 45-48.

24 Жумартов Е.Б., Булегенов Г.Р., Хойшиев А.Н. Кіші елді-мекендердің канализация жүйесінің классификациясы. Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Вестник №6.-Алматы.: 2008, б. 125-128.

25 Жумартов Е.Б., Булегенов Г.Р. Екі сатылы тұндырғышта өтетін тұндыру процесі туралы мәлімет. ҚазБСҚА, Вестник №2.- Алматы.: 2008-б. 78-84.

26 Жумартов Е.Б., Булегенов Г.Р. Кіші елді мекендердің сарқынды суын тазартудың технологиялық схемасын ұғындыру. Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Вестник №6. –Алматы.: 2008-б 128-130.

27 Предпатент РК № 17233 Установка для очистки сточных вод. Мырзахметов М; Жумартов Е.Б;и др Б.И.№ 4 .2006.

28 Предпатент РК № 13243 Способ биологической очистки сточных вод. Мырзахметов М., Жумартов Е.Б., и др. Б.И.№ 7 .2003

29 Предпатент РК № 12414 Биогазовый аппарат. Мырзахметов М; Жумартов Е.Б;и др. Б.И.№ 12 .2002.

30 Патент на полезную модель РК № 219 Устройство для дезинфекции воды .Мырзахметов М; Жумартов Е.Б; и др. Б.И.№ 5. 2006.

31 Дмитриев В.Д., Жумартов Е.Б. Результаты лабораторных исследований по электрореагентной коагуляции высокоцветных вод // Сооружения по очистке природных и сточных вод. - Л.: ЛИСИ, 1978. № 8. - С. 59-64.

32 Предпатент РК № 16721 Устройство для учета и контроля водопотребления в индивидуальных жилых домах вод. Орман А.О. Мырзахметов М., Жумартов Е.Б., и др. Б.И.№ 12 .2005

33 Жумартов Е.Б., Оспанов К.Т. «Ұзартылған аэрациялы аэротенктерде лас суды биохимиялық тазарту процесінің негіздері және технологиялық көрсеткіштері», КазГАСА, Вестник, Научный журнал 3-4 (9-10), -Алматы.: 2003.

34 Жумартов Е.Б., Мырзахметов М. О современном состоянии систем водоснабжения и водоотведения Казахстана в условиях рыночной экономики , Международная конференция «Вода-2003», -Алматы.: 2003.

35 Жумартов Е.Б., Мырзахметов М. и другие «Технологическая схема очистки шахтных вод с электрореагентной коагуляцией», Информ.листок о научно-техническом достижении №85-2. КазНИИНТИ, 1985.

36 Жумартов Е.Б. « К вопросу разработки малых систем водоотведения в Республике Казахстан». Международная конференция, Материалы. Беларусь, - Витебск.:2006, с. 15-18

37 Жумартов Е.Б. Современное состояние водоснабжения и канализации населенных мест Республики Казахстан. Журнал ВОДА: Технология и Экология, -Санкт-Петербург.: №3, 2010

38 Жумартов Е.Б. Автономные сооружения физико-химической очистки сточных вод. Журнал ВОДА: Технология и Экология, -Санкт-Петербург. №3, 2010.

39 Жумартов Е.Б. Инженерные системы 2. Учебное пособие.-Алматы.: КазНТУ им. Сатпаева К.И. 2010. 172 стр.

40 Жумартов Е.Б .Су химиясы негіздері Алматы , 2000, ҚМСҚА,102 б,

41 Жумартов Е.Б Рациональные технологические схемы очистки и утилизации сточных вод сельских населенных мест Казахстана: Материалы центральноазиатской международной конференции «Вода-2005», -Ал-

маты.:2005, с.180-182.

42 Авторский коллектив (в том числе Жумартов Е.Б.) Региональный обзор. Проблемы водоснабжения и канализации в странах Центральной Азии и Южного Кавказа. Глобальное Водное Партнерство региона Центральной Азии и Южного Кавказа.-Стокгольм.: ГВП, 2009 ,92 стр.

43 Дмитриев В.Д., Жумартов Е.Б. Рекомендации по применению электрокоагуляционных методов обработки природных вод. Алма-Ата : ЛИСИ, АКО КазНИИВХ, 1979. 39 стр.

44 Мырзахметов М., Жумартов Е.Б. Правила технической эксплуатации хлор-сатуратора ХС-10-100.ТУ 7500 РК 39861238 ТОО-001-2003, Алматы:2003,

45 Авторский коллектив (в том числе Жумартов Е.Б.) Актуальные вопросы экологии. -Киев.: Общество «Знание» , 1978, 40 с.

46. Жумартов Е.Б. Новая экологическая технология обработки смеси сточных вод и навозной жижи. // Гидрометеорология и экология.-Алматы.: 2010. № 3.с.54-56

47 Жумартов Е.Б. Совершенствование процессов осаждения иловой смеси электрокоагуляцией. Известия Научно-технического общества «Кахак»,- Алматы.: 2010, № 4, с. 46-48

48 Жумартов Е.Б. Определение влияние синтетических поверхностно-активных веществ на процессы сбразивания навозной жижи. //Materialy v mezinarodni vedecko-praktika coference «VEDECKY PRUMYSL EVROPSKEHO RJNTINENTU-2010». –Praha.: (Чехия) , 2010 с. 56-59

49 Предпатент РК № 17233 Установка для очистки сточных вод Мырзахметов М., Жумартов Е.Б., и др. Б.И.№ 4 .2006

50 Патент на полезную модель № 300 от 13.06.2007. Б.И. № 6 .2007.

51 Мырзахметов М., Жумартов Е.Б., Хойшиев А.Н. Шаруашылық-тұрмыстық саркынды суларды тазарту ғимараттарын қайта құруды негіздеу. Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ , -Алматы.: 2010. Хабаршы №5 Б.125-128.

Тұжырымдама

Жұмартов Елшібек Батырбекұлы

Кіші канализация жүйелерінде сақынды суларды тазалау техникасы мен технологиясын жетілдіру

05.23.04-сумен жабдықтау, канализация, су қорларын қорғаудың құрылыс жүйелері

Диссертациялық жұмыстардың негізінде Қ.И.Сатпаев атындағы ҚазҰТУ құрылыстық инженерлік жүйелері кафедрасында автордың өзінің және оның басшылығымен кіші канализация жүйелеріндегі сарқын сулардың комплексті өңдеу тәжірибелері қарастырылды.

Жұмыстар МРКӨ МҒТО «Машина құрастыру» 2001-2005ж.ж. «Машина құрастыруды жетілдіру және жоғарғы сапалы машиналар мен бөлшектер құрастырудың ғылыми-техникалық мәселелері» деген тақырыптағы Республикалық жекленген ғылыми –техникалық бағдарламасы және 2004-2007ж.ж. «Қазақстан Республикасында техногендік процесстердің ғылыми-техникалық бағалауа және қалдықтарды утилизациялау жолдары» бағдарламасы, сонымен қатар 1981-2008ж.ж. өткізілген кейбір шаруашылық шарттарымен өткізілген ғылыми жұмыстарға байланысты қамтылды.

Диссертациялық жұмыстық мақсаты. Кіші канализация жүйесіндегі сарқынды суларды комплексті тазалаудың техникасы мен технологиясының негізгі жетілдіру принциптерін келтіру болып келеді.

Жұмыстық негізгі идеясы кіші шағынды сарқынды суларын тазалау, қалдықтардан биогаз бөліп алу, суды залалсыздандырудың әдістерін эксперименталдық зерттеу және теориялық дәлелдеу, сарқынды суды тазалаудың технологиялық схемаларын құрастыру, сонымен қатар кіші елді мекендерге, бөлек коттеждерге, демалыс үйлерінің, вахтолы мекендерге канализация жүйелерін жобалағанда істелген ғылыми жұмыстардың нәтижесін қолдану.

Жұмыстық сипаттары. Жұмыстық негізгі бағытының жалпы қажеттілігі негізделді, мақсаты мен негізгі идеясы құрастырылды, қорғауға арналған ғылыми негіздері, ғылыми жаңалақтары және зерттеудің нәтижелерінің өндіріс салаларына қажеттігі, қолданған өндіріс салалары, жұмыстық нәтижелерінің жарияланған жерлері, ҚР мекендерінің сумен жабдықтау және канализация жүйелеріне шолу, тазарту ғимараттарының классификациясы, кіші тазалау ғимараттардың жобалау, құрастыру және жетілдіруінің негізгі шарттары қарастырылды.

Сарқынды суды биологиялық тазалау технологиясын жетілдіру әдістері, кіші канализация жүйелерінің сарқынды суды тазалауға қолданатын компактты қондырғаларды жобалауға шолу келтірілді.

Алматы облысы Текес ауылындағы жүн жаутын фабриканың өндірістік сарқынды суларын тазалау технологиясы қарқындалды.

Биогаз шығаратын қалдықтарды өңдеу технологиясына өткізілген эксперименттік жұмыстардың нәтижелері келтірілді.

Істелген жұмыстардың нәтижесі ретінде суларды өңдеуге технологиялық схемалар құрастырылды, оларға технико-экономикалық баға берілді және анализ жасалды.

Жұмыстық нәтижелерінің өндіріс саласына қамтуы. Тәжірибелердің нәтижелері ҚН және Е .2.04.03-85 «Канализация»-дағы азротентің есебіне өзгерту ретінде енгізілуге қарастырылды, 2002-2005 ж.ж. Жамбыл облысында «СААТ» компаниясында «Куат» фабрикасында, 2008ж Қызылорда су жүйесінде, 2001-2005ж.ж. РМКӨ МҒТО «Машина құрылыс» өндірісінде, 2005-2010ж.ж. Алматы облысындағы сумен жабдықтау және канализация өндірісінде 60 тан астам объектерінде, 2008-2010ж.ж. Талдықорған сумен жабдықтауды жобалу өндірісінде 55 тен астам объектерінде және К.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-де құрылыс және сәулет институтында оқу процесінде өндірілді.

Resume

Zhumartov Elshibek Batyrbekovich

**Improvement of equipment and technology of purifying
waste water in the small sewerage systems.**

**05.23.04 – water supply, sewerage,
civil-engineering systems of water conservation.**

This dissertation was based on the complex research of waste water in the small sewerage systems, made and directed by the author at the department of building engineering systems of KazNTU of K.I.Satpayev.

The work was made in accordance with the republican target scientific and technical program «Scientific and technical problems of mechanical engineering and creating highly effective machinery and equipment» (2001-2005) , RSCE ISTC «Mechanical engineering» of the Ministry of Economy and Trade Ministry of the Republic of Kazakhstan, «The scientific and technical assessment of man-made processes and ways of recycling waste in the Republic of Kazakhstan» (2004-2007), and also according to earlier executed economic contracts of SRW (1981-2008).

The aim of dissertation research was to establish the basic principles of improving the equipment and technology of complex purifying of waste water in the small sewerage system.

The main idea of the thesis consists in the experimental research and the theoretical substantiation of waste water purifying methods with low productivity, processing the precipitation, liquid manure and food waste and producing from them biogas, disinfected water, technological schemes of purifying waste water and precipitations. Also the results of research will help to project the sewer systems of small settlements, separate cottages, rest houses, camps, small villages.

Contents of the dissertation. The actuality of the problem was substantiated; the aim and the idea of the thesis, basic scientific statements, scientific novelty and practical value of the result were formulated. The thesis provides information about realization of the work results, its evaluation and number of publications. There are also a review of modern water supply conditions and sewerage in populated places of the Republic of Kazakhstan, classification of purifying constructions for small sewerage systems, the basic principles of building, improving small constructions for purifying of waste water and their technological characteristics.

The technology of purifying the industrial waste water (IWW) was improved on the factory of the primary wool processing (PWP) in Tekes village, Almaty region. The thesis provides the results of the research of improving technology of processing precipitation waste water, the liquid manure and producing from them biogas. According to the results of the experiments technological schemes of purifying waste water were analyzed with technical and economic aspects.

The practical realization of the results of the research. The results of the research were used in projecting of purifying waste water constructions by «AGS-

Proekta» LC, used by «SATT» LC in Zhambul region (2002-2005), «Fabrika Kvat LTD» LC Tekes village of Almaty region (2001-2005), SCO RK «Kyzylorda su zhuyesi» (2008), RSCE ISTC «Mechanical engineering» (2001), used by more than 60 objects of «Oblvodokanal» in Almaty region (2005-2010), used in the projects of more than 55 objects of «Taldykurganvodproekt» LC (2005-2010), used in the projects of more than 30 objects of «Kyzylordavodgazproekt» LC (2008-2010), and also used by KazNTU of K.I.Satpayev in the learning process of the institute of «Construction and Architecture».

