**Зайцев Владимир Александрович. Автоматизация управления системами озонированной очистки сточных вод и отходящих газов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.06.- Москва, 2001.- 144 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/1027-4**

**ЗАЙЦЕВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ**

**СИСТЕМАМИ ОЗОНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ**

**СТОЧНЫХ ВОД И ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ**

**Специальность 05Л3.06**

**Автоматизация и управление технологическими**

**процессами и производствами (строительство)**

**Диссертация**

**на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель: доктор технических наук, профессор**

**Москва - 2001**

**ВВЕДЕНИЕ 4**

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ**

**ОЗОНИРОВАННОЙ ОЧИСТКОЙ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОТОКОВ 11**

**1.1. Физико-химические и технологические особенности процесса**

**озонированной обработки воды и отходящих газов 11**

**1.2. Особенности структурных схем установок очистки сточных**

**вод и отходящих газов с помощью озона 15**

**1.3. Развитие средств и систем управления оборудованием и**

**технологическими процессами озонирования 24**

**1.4. Эффективность, режимы и структура систем управления**

**процессами озонированной очистки выбросов 28**

**1.5. Выводы по главе 1 37**

**2. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КИНЕТИКИ**

**ПРОЦЕССОВ ОЗОНИРОВАННОЙ ВОДО- И ГАЗООЧИСТКИ 42**

**2.1. Научное обоснование выбора типа кинетической модели**

**исследуемого класса технологических процессов 42**

**2.2. Модель К-1. Скоробь реакции несопоставимо велика по**

**сравнению со скоростью массообмена... 49**

**2.3. Модель К-2. Скорость реакции заметно больше скорости**

**массообмена 51**

**2.4. Модель К-3. Скорость реакции мала по сравнению с**

**массопередачей, но сравнима с нею 52**

**2.5. Модель К-4. Скорость реакции лимитирует суммарную**

**скорость процесса 54**

**2.6. Выводы по главе 2 56**

**3. ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ**

**ОЗОНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ОТХОДЯ¬ЩИХ ГАЗОВ 59**

**3.1. Построение математической модели процесса озонированной**

**сероочистки сточных вод 59**

**3.2. Построение математической модели процесса озонированной**

**сероочистки отходящих газов 65**

**3.3. Построение^прощенной идеализированной модели для целей**

**оперативной автоматической оптимизации 74**

**3.4. Выводы по главе 3 78**

**4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СТАТИЧЕСКАЯ**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЗОНИРОВАНИЯ 82**

**4.1. Идентификация параметров и установление адекватности**

**математических моделей процессов озонирования 82**

**4.2. Уточнение структуры математических моделей с учетом**

**времени пребывания потоков в объектах озонирования 86**

**4.3. Исследование статических характеристик и построение**

**области допустимых значении управляющих воздействий 97**

**4.4. Формулирование и решение задачи статической оптимизации**

**процессов озонирования 103**

**4.5. Выводы по главе 4 108**

**5. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ И ОПРЕДЕ¬ЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЕ О УРОВНЯ ИХ АВТОМАТИЗАЦИИ 112**

**5.1. Выбор и обоснование структурной схемы автоматического**

**управления процессами озонированной очистки выбросов 112**

**5.2. Автоматизация управления процессами при двухступенчатом**

**озонировании обрабатываемых потоков 117**

**5.3. Определение заданий управляющим устройствам системы**

**автоматической стабилизации технологических параметров 121**

**5.4. Определение рационального уровня автоматизации**

**технологических систем озонированной очистки 124**

**5.5. Рекомендации к рабочему проектированию комбинированных**

**систем автоматического управления 129**

**5.6. Выводы по главе 5 135**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 136**

**ЛИТЕРАТУРА 138**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи инженерной экологии - повышению эффективности проектирования и эксплуа­тации перспективных систем озонированной очистки выбросов и утилизации их побочных продуктов.

Конкретная цель выполненных исследований состояла в теоретическом и экспериментальном изучении процессов окисления озоном сернистых соедине­ний в сточных водах и дымовых газах как объектов автоматического управле­ния, синтезе математических моделей, разработке алгоритмов и систем управ­ления установками водо- и газоочистки.

Основные результаты работы состоят в следующем.

1. В результате теоретических исследований механизма озонированной очистки как абсорбции, сопровождающейся протеканием химических реакций окисления, выявлены и формализованы модели кинетики, характеризующие ос­новные случаи взаимосвязи лимитирующих стадий процесса.
2. Для исследования рассматриваемых процессов как объектов автомати­ческого управления разработаны экспериментально-аналитические математиче­ские модели сероочистки сточных вод и отходящих газов, представляющие сис­темы обыкновенных дифференциальных уравнений, включающих мгновенные материальные балансы взаимодействующих веществ в жидкой и газовой фазах.
3. Для использования в системах автоматизации разработана упрощенная идеализированная математическая модель, основанная на одной суммарной ре­акции и предусматривающей два варианта учета тормозящего действия побоч­ных продуктов на скорость процессов очистки.
4. Е[утем сравнения результатов физического и вычислительного экспери­ментов проведена оценка адекватности разработанных математических моделей

реальным процессам и доказана правомерность принятых при моделировании допущений (воспроизводимость на модели данных эксперимента - более 90 %).

1. По результатам исследования свойств стационарных режимов в допус­тимой рабочей области и изменении ее конфигурации в широком диапазоне возмущающих и управляющих воздействий установлена целесообразность и практическая возможность автоматической оптимизации процессов озониро­ванной очистки выбросов.
2. Для реализации в схемах автоматического управления предложен кри­терий оптимальности, характеризующий условную «технологическую» себе­стоимость очистки и представляющий отношение количества затраченного озо­на к количеству окисленного загрязнителя.
3. При решении поставленной задачи оптимизации установлено, что ми­нимальное значение критерия находится на границе области допустимых управ­ляющих воздействий в точке пересечения ограничений, для оперативного опре­деления координат которой предложен упрощенный алгоритм поиска.
4. На основе результатов расчета заданий регуляторам, позволяющих под­держивать величину критерия наиболее близкой к ее оптимальному значению, доказана целесообразность использования автономного режима управления, для повышения эффективности которого разработана специальная комбиниро­ванная система автоматического управления одно- и двухступенчатой очисткой.
5. Практические результаты диссертации рекомендованы заинтересован­ным фирмам и организациям для проектировании новых и модернизации дейст­вующих систем озонированной очистки, а научные результаты уже используют­ся в учебном процессе при подготовке в МГСУ инженеров по автоматизации строительства и городского хозяйства. Они доложены на научных конференциях и семинарах, опубликованы в периодической печати и сборниках научных тру­дов [91,94-102].