

66
Ш 33

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА

66.099.73

На правах рукописи

ШВАРЦ Владимир Ильич

УДК 66.015:697.98

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОКРОЙ ДЕВОДОРАЦИИ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВЬБРОСОВ

05.17.08 - Процессы и аппараты химической
технологии

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск - 1985

Работа выполнена в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте имени С.М.Кирова и в Московском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте мясной и молочной промышленности.

- Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Астахов В.А.
- Научный консультант - кандидат технических наук, доцент Анцыпович И.С.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Лепилин В.Н.
- кандидат химических наук, заведующий лабораторией Перчугов Г.Я.
- Ведущая организация - Дзержинский филиал Государственного института по проектированию газоочистных сооружений (Д/Ф Гипрогазоочистка)

Защита диссертация состоится апреля 1985 года в часов на заседании специализированного совета К 056.01.03. по присуждению ученых степеней кандидата наук в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С.М.Кирова по адресу: г. Минск, ул.Свердлова, 13а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского технологического института им. С.М.Кирова

Автореферат разослан "___" февраля 1985 г.

Ученый секретарь специализированного совета, к.х.н., доцент

Е.Д. Дзюба

Е.Д. Дзюба

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В "Основных направлениях развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года" и Продовольственной программе предусмотрено интенсивное развитие химической, нефтехимической, микробиологической, пищевой и ряда других отраслей народного хозяйства, связанных с синтезом и переработкой органических продуктов. Запланированное строительство новых предприятий и увеличение производственной мощности действующих приведет к росту объема и усложнению состава промышленных газовых выбросов в атмосферу. Характерной особенностью отходящих промышленных газов названных производств является присутствие в выбросах веществ с резким неприятным запахом - одорантов, поступление которых в атмосферу ухудшает качество воздуха и, соответственно, условия проживания в районе расположения предприятий.

Защита атмосферного воздуха от загрязнения промышленными выбросами является частью важной государственной задачи охраны природы, которой в настоящее время уделяется большое внимание Партии и Правительства. В Постановлении Политбюро ЦК КПСС "О дополнительных мерах по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха городов, других населенных пунктов и промышленных центров" от 6 декабря 1984 года указывается на необходимость "обеспечения дальнейшего снижения уровня загрязнения воздушного бассейна путем строительства новых и повышения эффективности действующих газоочистных и пылеулавливающих установок".

409617

Очистка неприятнопахнущих выбросов (НПВ) или дезодорация является важным направлением в системе мероприятий по защите атмосферного воздуха от загрязнений. Одним из наиболее перспективных способов удаления одорантов из газовой воздушных выбросов является абсорбционно-окислительный метод дезодорации. Технично-экономический сравнительный анализ и апробация этого метода в промышленных условиях показали, что он имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с термическими и адсорбционными методами обезвреживания НПВ.

Однако анализ литературных данных показал, что эффективность дезодорационных установок нельзя считать удовлетворительной, а широкое использование метода абсорбционно-окислительной дезодорации сдерживается отсутствием рекомендаций по оптимизации процесса и методик оценки эффективности работы

очистного оборудования, а кроме того малоизученностью процесса многокомпонентной хемосорбции.

Таким образом, настоящая работа, темой которой является разработка методики оптимизации процесса абсорбционно-окислительной дезодорации газовой воздушных выбросов, актуальна и направлена на решение важных практических задач.

Цель работы состоит в теоретическом и экспериментальном исследовании процесса хемосорбции многокомпонентных смесей одорантов раствором окислителя; выборе, обосновании и экспериментальной проверке критерия оценки эффективности работы дезодорационного оборудования; построении математической модели процесса; определении оптимальных технологических параметров и разработке автоматических систем их обеспечения.

Объектом исследований являлся процесс абсорбционно-окислительной дезодорации многокомпонентных выбросов, который исследовали на пилотной установке, моделирующей работу тарельчатого абсорбера очистки воздуха от сложных смесей одорантов, относящихся к различным химическим группам: альдегиды, кетоны, спирты, карбоновые кислоты.

Научная новизна. Впервые исследован процесс хемосорбции разбавленных многокомпонентных смесей большого числа распространенных кислородсодержащих органических одорантов.

Разработан новый критерий оценки эффективности работы дезодорационного оборудования, показана конкурентноспособность предложенного критерия по сравнению с известными методами определения эффективности очистки газов от одорантов.

Разработана и проверена экспериментально математическая модель процесса дезодорации, позволяющая рассчитать оптимальные параметры процесса. Впервые в математическую модель введены критерий выбора ключевого компонента.

Разработана система автоматического управления процессом абсорбционно-окислительной дезодорации, новизна которой подтверждена положительным решением на выдачу авторского свидетельства на изобретение.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные математические зависимости между физико-химическими и органолептическими характеристиками компонентов дезодорируемого газового потока и технологическими параметрами про-

цесса могут быть использованы для расчета оптимальных размеров аппаратов мокрой дезодорации многокомпонентных выбросов предприятий химической, пищевой и других отраслей промышленности. Предложенный критерий эффективности работы установок дезодорации позволяет проводить сравнение различных методов обезвреживания НПВ и выбрать оптимальный вариант. Использование предложенной системы автоматического управления работой установки позволит осуществлять процесс дезодорации с учетом качественного и количественного состава выбросов, и, следовательно, снизить себестоимость газоочистки.

Реализация результатов работы. Полученные результаты и разработанные методики использованы при проектировании установки дезодорации выбросов Кишчевского мясокомбината, а система автоматического управления принята в качестве типовой институтом Гипрогазоочистка (Дзержинск).

Апробация работы. Основные положения работы доложены на научно-технических конференциях Белорусского технологического института им. С.М.Кирова (1983, 1984 гг.) и Московского технологического института мясной и молочной промышленности (1983 г.)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 2 обзора, 4 статьи, получено одно положительное решение по заявке на изобретение.

Структура и объем работы. Основная часть реферируемой работы состоит из введения, пяти глав и выводов, изложенных на 172 страницах печатного текста, а также включает 12 таблиц и 13 рисунков. В приложении приведены программы обработки экспериментальных данных на ЭВМ и результаты исследований процесса на пилотной установке. Список цитируемой литературы включает 155 наименований, в том числе 90 работ зарубежных авторов. Приложения на 23 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены основные партийные и правительственные документы, посвященные вопросам защиты атмосферы от загрязнения выбросами промышленных предприятий. Показана актуальность темы работы и сформулирована ее основная цель.

Первая глава посвящена анализу состояния исследуемого вопроса по литературным и патентным источникам.

Описаны применяемые на практике характеристики НПВ и методы их определения, дан анализ критериев нормирования содержания одорантов в многокомпонентных газоздушных выбросах. Показано, что данные о химическом составе выбросов не позволяют судить об интенсивности запаха газового потока, органолептические методы анализа НПВ обладают низкой точностью, а использование методов математического моделирования интенсивности запаха сдерживается отсутствием соответствующих моделей.

Приведен сравнительный технико-экономический анализ основных методов дезодорации промышленных выбросов: термического, термокаталитического, окисления в газовой фазе и абсорбционно-окислительного. Показано, что наиболее перспективным способом обезвреживания НПВ является метод абсорбционно-окислительной дезодорации с использованием в качестве поглотителя раствора гипохлорита натрия.

Рассмотрены физико-химические основы процесса абсорбционно-окислительной дезодорации выбросов раствором гипохлорита натрия. Приведены данные о механизме и кинетике окисления кислородсодержащих органических соединений гипохлоритом натрия. Дана сводка литературных данных о практическом применении процесса, его модификациях и аппаратурном оформлении.

Далее описаны основные принципы расчета абсорбционных процессов: физической абсорбции одного компонента, хемосорбции одного компонента и многокомпонентной абсорбции. Показано, что процесс хемосорбции многокомпонентных смесей практически не изучен и какие-либо рекомендации по его расчету отсутствуют.

Проведенный на основании литературных и патентных данных анализ технических решений по оптимальному управлению хемосорбционными процессами газоочистки показал значительное отставание уровня оптимизации и автоматизации работы дезодорационных установок от других абсорбционно-окислительных процессов очистки газоздушных выбросов. Это отставание связано с отсутствием обоснованных методов нормирования НПВ.

На основании литературного обзора сделан вывод о необходимости специальных теоретических и экспериментальных исслед-

дований, направленных на разработку методов и средств оптимизации абсорбционно-окислительной дезодорации многокомпонентных выбросов с учетом специфических особенностей этого процесса.

Вторая глава посвящена разработке теоретических основ оптимизации исследуемого процесса.

Оптимизация процесса абсорбционно-окислительной дезодорации многокомпонентных выбросов осуществлена на основе квазистационарного метода моделирования диффузионно-кинетических процессов, разработанного в работах Д.А. Франк-Каменецкого. Задача моделирования сформулирована следующим образом: построить математическую модель хемосорбции многокомпонентной газовой смеси раствором окислителя применительно к условиям изотермичности и интенсивного перемешивания жидкой фазы потоком восходящего газа с целью определения оптимальных технологических параметров процесса.

Конкретный вид математического описания процесса хемосорбции отдельных компонентов смеси определяется лимитирующей стадией процесса, которая в свою очередь зависит от физико-химических характеристик удаляемого одоранта.

Для компонентов, скорость хемосорбции которых лимитируется диффузией в газовой фазе, математическое описание имеет следующий вид

$$\begin{cases} \frac{dC_{ir}}{dt} = \frac{G}{V_r} (C_{ir}^0 - C_{ir}) - \frac{\beta_{ir} \cdot F}{V_r} (C_{ir} - C_{ir}^n) & (1) \\ \frac{dC_{iж}}{dt} = \frac{\beta_{ir} \cdot F}{V_{ж}} (C_{ir} - C_{ir}^n) - \frac{L_i \cdot C_{iж}}{V_{ж}} - k_i C_{iж} & (2) \\ C_{ir}^n = m_i \cdot C_{iж} & (3) \end{cases}$$

Аналогичные математические описания получены для компонентов, скорость хемосорбции которых лимитируется диффузией в жидкой фазе, химической реакцией в жидкой фазе и диффузией окислителя в жидкой фазе. Комбинирование полученных математических описаний в зависимости от качественного состава дезодорируемой смеси позволяет получить математическую модель процесса дезодорации газового потока, включающего произвольное число одорантов. Полное математическое описание n -компонентной смеси включает $3n + 1$ уравнение.

Решение такой математической модели в общем виде невозможно, поэтому была разработана методика решения модели по

"ключевому" компоненту.

"Ключевым" компонентом дезодорируемой смеси предложено считать тот одорант, для полного уничтожения запаха которого необходимы наиболее жесткие параметры процесса дезодорации — максимальная плотность орошения или наибольшая концентрация окислителя. На основании уравнения материального баланса абсорбции и закономерностей хемосорбционного процесса, протекающего с реакцией первого или псевдопервого порядка, получен критерий выбора ключевого компонента

$$K_K = \frac{C_{ir}^0 - C_i^{noz}}{C_i^{noz} \cdot \alpha_i^{0,5}} \cdot m_i. \quad (4)$$

Критерий K_K учитывает основные показатели, характеризующие сложность удаления компонентов из газовой смеси: концентрацию компонента в дезодорируемом газовом потоке, предельную концентрацию обнаружения запаха компонента, константу Генри (коэффициент распределения в системе воздух — вода), относительную реакционную способность компонента.

Для оценки эффективности процесса дезодорации многокомпонентных выбросов предложено использовать величину относительного снижения интенсивности запаха дезодорируемой смеси, которую определяют с учетом закона Вебера-Фехнера

$$Z = \frac{e_n \Phi_n - e_n \Phi_k}{e_n \Phi_n} \cdot 100. \quad (5)$$

В формулу (5) входят значения интенсивности запаха дезодорируемого потока до и после очистки. В настоящее время интенсивность запаха сложных смесей определяют органолептическим методом, однако низкая точность, субъективность результатов и сложность осуществления сенсорных анализов ограничивают области применения этого метода. Для преодоления указанных трудностей предложено оценивать интенсивность запаха с помощью эмпирической модели, связывающей объективные характеристики дезодорируемого потока (качественный и количественный состав одорантов) и интенсивность запаха потока

$$\Phi = \sqrt{\left(\max_{i=1,2,\dots,n} \psi_i \right) \cdot \sum_{i=1}^n \psi_i}, \quad (6)$$

где $\psi_i = \frac{C_{ir}}{C_i^{noz}}$.

На основе описанных теоретических уравнений был построен алгоритм расчета оптимальных параметров процесса дезодорации многокомпонентных выбросов. Блок-схема этого алгорит-

на представлена на рис. 1.

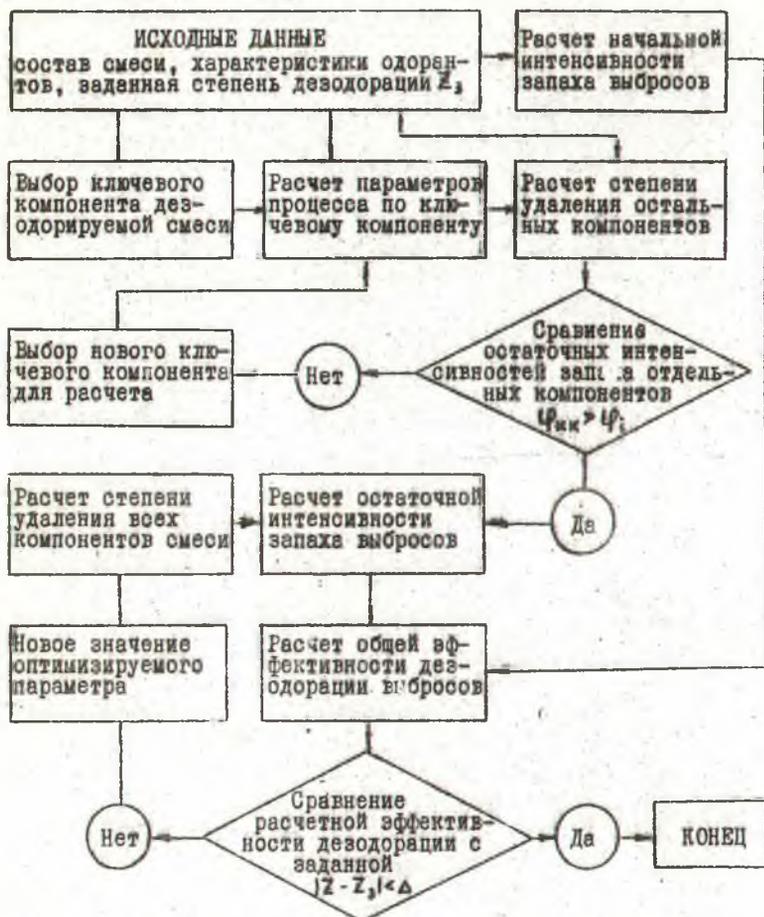


Рис. 1. Блок-схема алгоритма оптимизации параметров

Третья глава посвящена постановке задач и описанию методики экспериментального исследования процесса дезодорации многокомпонентных смесей одорантов на лабораторной установке.

Цель экспериментальных работ заключалась в проверке адекватности допущений, сделанных при разработке теоретических положений изучаемого процесса; соответствия предложенного

критерия выбора ключевого компонента поставленной цели и целесообразности использования разработанной методики оптимизации в целом.

В соответствии с поставленными целями исследований изучение процесса абсорбционно-окислительной дезодорации включало несколько этапов. На первом этапе были определены основные параметры лабораторной установки; второй этап был посвящен изучению процесса физической абсорбции индивидуальных одорантов из газовой смеси; на третьем этапе были изучены закономерности физической абсорбции модельных трехкомпонентных смесей; а на четвертом - процесс хемосорбции модельной смеси растворами гипохлорита натрия.

Исследования проводили на лабораторном противоточном абсорбере барботажного типа, секционированном перфорированными тарелками. Абсорбер представлял собой термостатированную стеклянную колонну диаметром 0,041 м, в которой на расстоянии 0,035 м одна от другой были размещены 8 тарелок из фторопласта. В каждой тарелке было сделано 48 отверстий диаметром 0,008 м, при этом доля живого сечения составляла 25,7 %.

В качестве модельных одорантов использовали представителей четырех групп кислородсодержащих органических соединений: кетоны, спирты, карбоновые кислоты и альдегид. Все исследованные вещества ранее были обнаружены в НПВ различных производств. Диапазоны концентраций одорантов в модельных газовой смеси приведены в табл. I. Концентрации одорантов в газовом потоке на входе и выходе абсорбера контролировали с помощью хроматографа ЛХМ-6М с пламенно-ионизационным детектором на колонке длиной 1 м и диаметром 4 мм, заполненной Порapakом Q и термостатированной при температуре 170°C.

Эксперименты проводили при следующих условиях. Расход газовой фазы 10 л/мин, температура 25°C, расход поглотителя изменяли в диапазоне 5 - 40 мл/мин.

Исследования процесса физической абсорбции одорантов из многокомпонентных газовой смеси проводили на четырех модельных смесях: ацетальдегид-метилэтилкетон-пропанол, ацетальдегид-ацетон-уксусная кислота, ацетон-метилэтилкетон-бутанол, пропанол-бутанол-уксусная кислота.

Исследования процесса хемосорбции одорантов раствором гипохлорита натрия проводили на модельной смеси ацетальде-

Таблица I.

Характеристики процесса абсорбции индивидуальных одорантов

Одорант	Диапазон концен-траций в смеси C_{ir}^o , мг/м ³	Константа распреде-ления m_1 , при 25 °С	Коэффициенты ур-ния (8) и коэффициент корреля-ции уравнения с экспе-риментальными данными		
			B_0	B	R
Ацетальдегид	50 - 890	3,79	-0,0162	3,424	0,991
Ацетон	210 - 1030	2,25	0,1338	4,761	0,988
Метилэтилкетон	40 - 850	2,78	0,1022	4,498	0,980
Пропанол	50 - 620	0,41	0,0322	5,237	0,942
Бутанол	40 - 760	0,51	0,0483	5,751	0,961
Гексанол	70 - 730	1,07	0,0237	5,069	0,979
Уксусная к-та	20 - 125	0,017	0,0023	18,840	0,809
Масляная к-та	50 - 260	0,031	0,0023	17,950	0,824

гид-ацетон-пропанол. В качестве абсорбента использовали рас-творы гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора в диапазоне I - 5 г/л. Концентрацию активного хлора в растворе контролировали иодометрически.

Обработку экспериментальных данных проводили следующим образом.

На первом этапе эксперимента по данным о концентрации удаляемого одоранта до и после абсорбера рассчитывали степе-нь удаления

$$S_i = \frac{C_{ir}^o - C_{ir}^k}{C_{ir}^o} \cdot 100. \quad (7)$$

Для описания зависимости степени удаления компонен-тов от расхода поглотителя применяли полуэмпирическое уравнение

$$S_i = \left[\exp \left(B_0 - B \cdot \frac{m_1}{L} \right) \right] \cdot 100, \quad (8)$$

коэффициенты которого для каждого одоранта находили по ре-зультатам исследования физи-ческой абсорбции индивидуальных компонентов методом наименьших квадратов по стандартной вы-числительной программе на ЭВМ ЕС-1020. Полученные значения коэффициентов B_0 и B , а также коэффициенты корреляции урав-нения (8) с экспериментальными данными, представлены в та-блице I, а кривые, построенные по уравнению (8), - на рис. 3.

По полученным значениям S_i , используя линейную модель физической абсорбции, рассчитывали число единиц переноса. Проверочный расчет $N_{от}$ проводили по критериальным уравне-

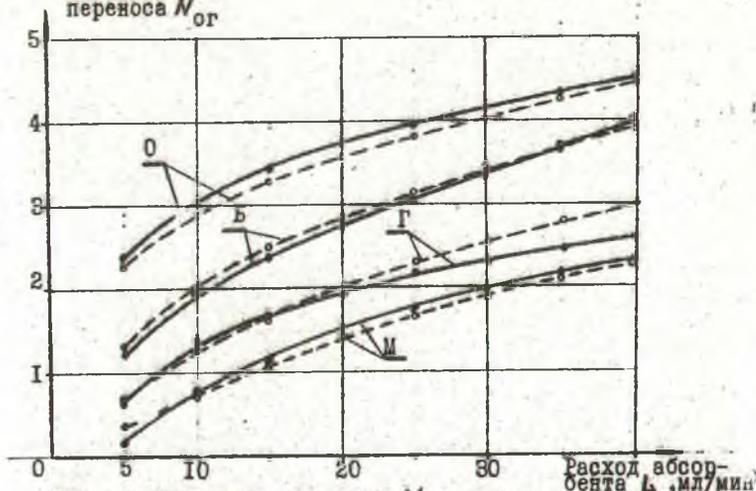


Рис. 2. Сравнение значений $N_{ог}$, рассчитанных по линейной модели на основе экспериментальных данных (\longrightarrow) и по критериальным уравнениям ($\circ-\circ$).

ниям в соответствии с методикой, разработанной Д.М.Поповым. Зависимости числа единиц переноса от расхода поглотителя для ряда модельных одорантов, рассчитанные двумя методами, представлены на рис. 2.

По данным, полученным на третьем этапе экспериментальных работ, также определяли степень удаления компонентов, которую сравнивали с соответствующими значениями S_i , полученными для однокомпонентных газовойздушных смесей. Результаты сравнения графически отображены на рис. 3 на примере модельной смеси адетальдегид-метилэтилкетон-пропанол.

Для многокомпонентных смесей одорантов дополнительно определяли значения критерия выбора ключевого компонента для каждого одоранта (4), интенсивность запаха на входе и выходе абсорбера (6) и эффективность дезодорации (5). Результаты расчетов для нескольких модельных смесей приведены в таблице 2.

Результаты экспериментов по хемосорбции модельной смеси одорантов обрабатывали аналогично данным, полученным на третьем этапе исследований (табл. 2). Кроме того, с целью проверки разработанной модели процесса абсорбционно-окис-

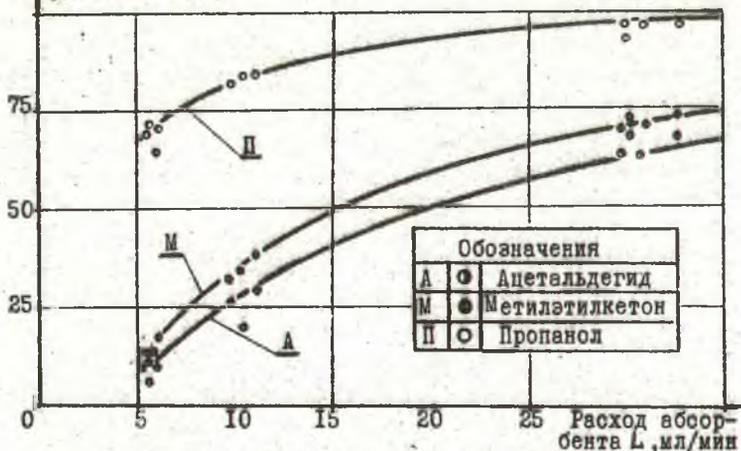


Рис. 3. Сравнение степени удаления одорантов из одноконпонентных (кривые) и многокомпонентных (точки) газоздушных смесей.

лительной дезодорации (уравнения I - 3), было проведено сравнение значений степени удаления компонентов, полученных экспериментально и рассчитанных по математической модели. Корреляция экспериментальных и расчетных данных проиллюстрирована на рис. 4.

Четвертая глава посвящена обсуждению результатов экспериментально-аналитических исследований процесса дезодорации многокомпонентных газоздушных выбросов на модельных смесях одорантов.

Показано, что использованная при разработке математического описания процесса дезодорации линейная модель абсорбции адекватно описывает процесс в исследованном диапазоне концентраций компонентов. Это подтверждено высоким уровнем корреляции экспериментальных данных с уравнением (8), инвариантным по отношению к концентрации одорантов в газовом потоке. Кроме того, о справедливости допущения о линейности рабочей и равновесной линий процесса свидетельствует удовлетворительное совпадение значений числа единиц переноса, рассчитанных по линейной модели абсорбции и по наиболее общим критериальным уравнениям (рис. 2).

Сопоставление данных о степени удаления модельных одорантов из многокомпонентных и однокомпонентных газоздушных смесей показывает, что для всех исследованных веществ и во всем диапазоне изменения расхода поглотителя расхождение не превышает ошибки опыта. Таким образом, можно считать экспериментально доказанным, что для кислородсодержащих органических одорантов в изученном диапазоне концентраций перекрестные эффекты незначительны и при расчете процесса мокрой дезодорации выбросов ими можно пренебречь (рис. 8).

Анализ экспериментальных данных по хемосорбции одорантов растворами гипохлорита натрия показал, что во всех случаях лимитирующей стадией процесса является диффузия удаляемых компонентов в жидкой фазе. Для всех изученных веществ, за исключением ацетальдегида, эффективность удаления компонентов практически не зависит от концентрации NaOCl (рис. 4), что объясняется низкой реакционной способностью спиртов, кетонов и карбоновых кислот. Альдегиды наиболее реакционноспособны из кислородсодержащих органических соединений, поэтому степень удаления ацетальдегида заметно возрастает с ростом концентрации гипохлорита натрия в абсорбенте и заметно выше, чем при физической абсорбции (рис. 4).

Для проверки предложенной модели интенсивности запаха многокомпонентных смесей одорантов были использованы данные органолептических исследований, проведенных Лаффортом и Дравниексом. Обработку проводили с помощью специальной вычислительной программы на ЭВМ "СИМЕНС-300". Сравнение показателей качества (коэффициента корреляции и среднего отношения расчетных и экспериментальных значений) предложенной и известных моделей интенсивности запаха показало, что предложенная модель (6) по всем показателям не уступает лучшим моделям. В то же время модель (6) значительно проще других, что делает ее использование предпочтительным при решении практических задач.

Обработка экспериментальных данных о дезодорации сложных смесей одорантов позволила проверить разработанную методику выбора ключевого компонента. Для всех изученных модельных смесей максимальное значение критерия $K_K(4)$ соответствовало одоранту, интенсивность запаха которого после очистки была наибольшей. Таким образом, было подтверждено экспериментально,

Таблица 2

Результаты исследований дезодорации многокомпонентных смесей

Состав смеси	Характеристики исходной мольной смеси одорантов				Вид и расход поглотителя, мл/мин	Показатели качества дезодорации смеси			
	C_i^0 , мг/м ³	Φ_i , е.з.	Φ_{Σ} , е.з.	K_i , -		Φ_k , е.з.	S_i , %	Z_i , %	Z , %
А	120	1200		4544	Н ₂ О ВІ,0	450	62,5	13,8	20,7
П	590	1843	2377	755		47	97,5	48,8	
М	360	24		64		7	70,8	38,8	
П	70	219		89	Н ₂ О 9,6	34	84,3	34,6	29,5
У	120	200	364	3		10	95,0	56,9	
Б	350	189		96		46	75,7	26,7	
К	520	5		8	Н ₂ О 3,8	0	80,0	100,0	52,3
М	380	25	51	68		6	75,8	44,5	
Б	70	38		19		1,2	97,1	95,0	
А	110	1100		293	раств. NaOCl 1,2 г/л	560	49,1	9,6	17,0
К	660	6	1977	11		4	42,0	30,4	
П	480	1500		98		203	86,5	27,3	

что разработанный критерий выбора ключевого компонента позволят определить по исходным данным наиболее трудно удаляемый одорант.

Анализ результатов эксперимента показывает, что степень удаления компонентов смеси S_i не позволяет однозначно судить об эффективности процесса дезодорации и сравнивать степень обезвреживания различных смесей (табл. 2).

Степень дезодорации Z_i , рассчитанная для каждого компонента по формуле (5), учитывает начальную интенсивность запаха компонента и в связи с этим позволяет более надежно судить о качестве дезодорации. Однако, этот показатель, также как и степень удаления, не дает единой численной оценки эффективности дезодорационного процесса.

Использование формулы (5) для расчета эффективности дезодорации смеси по данным о начальной и остаточной интенсивности запаха, определяемым по формуле (6), дает единый критерий качества процесса дезодорации, удобный для использования в системах оптимизации.

Таким образом, результаты проведенных лабораторных исследований подтвердили справедливость основных теоретических предположений, использованных при разработке алгоритма оптими-

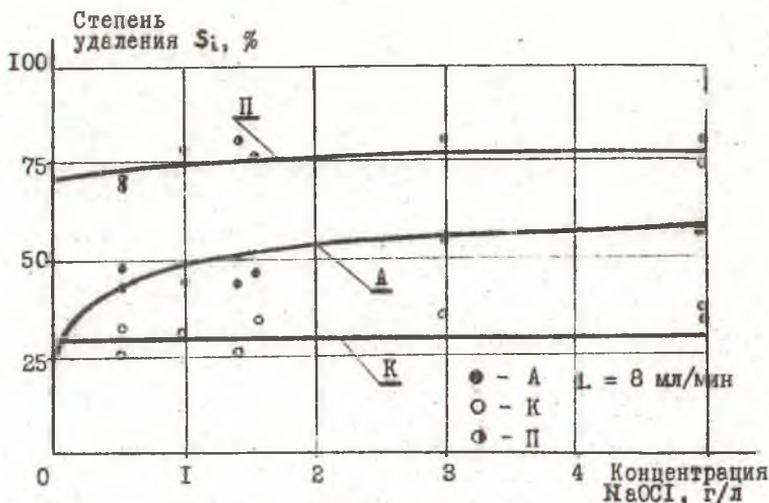


Рис. 4. Зависимость степени удаления компонентов модельной смеси от концентрации NaOCl , точки - экспериментальные данные, линии - рассчитанные по математической модели.

зации процесса (рис. 1).

В пятой главе описаны примеры практического использования результатов проведенных исследований.

Разработанная методика оптимизации процесса дезодорации позволила предложить систему автоматического управления процессом. САУ включает контур стабилизации подачи поглотителя в контактный аппарат, контур периодической стабилизации pH абсорбента и контур управления концентрацией активного компонента в регенерируемом поглотительном растворе.

Основным возмущающим параметром в процессе дезодорации является интенсивность запаха газовой воздушного потока, определяемая качественным и количественным составом неприятнопахнущих примесей. Управляющий параметр - плотность тока в электролизере регенерации абсорбента. В состав контура управления концентрацией NaOCl входят газовый хроматограф, датчики концентрации гипохлорита натрия на входе и на выходе абсорбера, микро-ЭВМ и регулятор. Микро-ЭВМ служит для обработки данных хроматографического анализа выбросов и выбора по критериям (4) ключевого компонента смеси, концентрация которого служит в качестве корректирующего параметра

для регулятора плотности тока в электролизере.

Предложена также модификация описанной САУ, предназначенная для управления процессом дезодорации выбросов из ферментеров для периодического культивирования микроорганизмов, на которую получено положительное решение о выдаче авторского свидетельства. Разработаны системы автоматизации процесса дезодорации с периодической регенерацией абсорбента, которые приняты в качестве типовых институтом Гипрогазоочистка (Дзержинск).

В соответствии с разработанной методикой проанализированы данные о газовой выбросах Кишиневского мясокомбината, предложен наиболее экономичный процесс их дезодорации и выданы рекомендации по оптимальному ведению процесса. Выданные рекомендации использованы институтом Гипрогазоочистка на стадии проектирования промышленной установки дезодорации.

В В В О Д Ы

1. Разработана математическая модель процесса абсорбционно-окислительной дезодорации многокомпонентных выбросов, учитывающая зависимость кинетики хемосорбции от физико-химических свойств удаляемых компонентов. Определены лимитирующие стадии для различных одорантов.

2. Обоснована возможность решения модели по "ключевому" компоненту, получен критерий выбора "ключевого" компонента.

3. Предложены новые критерии оценки эффективности дезодорации и модель оценки интенсивности запаха многокомпонентных смесей одорантов.

4. Разработан алгоритм оптимизации процесса дезодорации многокомпонентных выбросов.

5. Проведено экспериментальное исследование процесса мокрой дезодорации на модельных смесях, включавших одоранты, относящиеся к различным группам органических веществ.

6. Экспериментально доказана адекватность математической модели и работоспособность разработанного алгоритма оптимизации процесса.

7. Разработаны системы автоматического управления процессом абсорбционно-окислительной дезодорации выбросов.

8. Выданы рекомендации на проектирование промышленной установки дезодорации.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $C_{iГ}^0, C_{iГ}, C_{iГ}^П, C_{iГ}^K$ - концентрация i -го компонента в газовой фазе на входе в абсорбер, в абсорбере, у поверхности контакта фаз, на выходе из абсорбера, $мг/м^3$;
- $C_{iЖ}$ - концентрация i -го компонента в жидкой фазе в абсорбере, $мг/м^3$;
- L - расход поглотителя на орошение абсорбера, $м^3/с$;
- G - расход газа, поступающего в абсорбер, $м^3/с$;
- $V_{Г}, V_{Ж}$ - объем газовой и жидкой фаз в абсорбере, $м^3$;
- F - площадь поверхности контакта фаз в абсорбере, $м^2$;
- $D_{iГ}$ - коэффициент массоотдачи в газовой фазе, $м/с$;
- m_1 - константа распределения i -го компонента в системе воздух-вода, - ;
- k_1 - константа скорости реакции i -го компонента с активным компонентом поглотителя, $с^{-1}$;
- C_B - концентрация активного компонента в поглотителе, $г/л$;
- α_1 - относительная реакционная способность i -го компонента, - ;
- K_K - критерий выбора ключевого компонента, - ;
- S_1, Z_1 - степень извлечения и степень дезодорации i -го компонента смеси, %;
- $\mathcal{U}_1, \mathcal{U}_K$ - интенсивность запаха i -го и ключевого компонентов смеси, е.з.;
- Φ_H, Φ_K - интенсивность запаха смеси на входе и на выходе абсорбера, е.з.;
- Z - эффективность дезодорации смеси одорантов, % ;
- $N_{ог}$ - число единиц передоса, - ;
- A - ацетальдегид;
- B - бутанол;
- $Г$ - гексанол;
- K - ацетон;
- M - метилэтилкетон;
- O - масляная кислота;
- $П$ - пропанол;
- $У$ - уксусная кислота.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ИЗЛОЖЕНО
В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

1. Шварц В.И., Анцыпович И.С., Челноков А.А., Астахов В.А. Неприятнопахнущие выбросы промышленных предприятий и перспективные методы их обезвреживания: Обзорная информация. - М.: БелНИИНТИ, 1983, - 48 с.

2. Решение о выдаче авторского свидетельства по заявке № 3673683/23-26/171473. Способ автоматического управления процессом дезодорации многокомпонентных выбросов.

Шварц В.И., Челноков А.А., Астахов В.А.

3. Шварц В.И., Анцыпович И.С. Медведев А.М. Методы и оборудование, применяемые для защиты воздушного бассейна от выбросов предприятий мясной промышленности: Экспресс-информация. - М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1982, вып. 8, 18-23.

4. Шварц В.И., Челноков А.А., Астахов В.А. Выбор характеристик неприятнопахнущих выбросов и возможные методы их расчета. - Химико-фармацевтический журнал, 1985, № 2, 219 - 225.

5. Шварц В.И., Анцыпович И.С., Медведев А.М., Бражников А.М., Макаров Н.В., Щербина Б.В., Калмыкова Л.В. Вопросы охраны окружающей среды: Обзорная информация. - М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1983, - 72 с.

6. Шварц В.И., Анцыпович И.С., Челноков А.А., Астахов В.А. Разработка критерия выбора ключевого компонента для расчета и оптимизации работы установок мокрой дезодорации многокомпонентных выбросов: Экспресс-информация. - М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1985, (в печати).

7. Шварц В.И., Анцыпович И.С., Челноков А.А., Астахов В.А. Исследование кинетических закономерностей процесса дезодорации выбросов на модельных смесях: Экспресс-информация. - М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1985, (в печати).

Bellvapes

Владимир Ильич Шварц

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОКРОЙ ДЕЗОДОРАЦИИ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВЫБРОСОВ

Подписано в печать 8.02.85. АТ 17056. Формат 60x84 1/16.

Печать офсетная. Усл.печ.л. 1.17. Усл.кр.-отт. 1,17.

Уч.-изд.л. 1. Тираж 100 экз. Заказ 133. Бесплатно.

Отпечатано на ротапринтере Белорусского ордена Трудового

Красного Знамени технологического института им. С.М.Кирова

220630, Минск, Свердлова, 13.