

Авторефер.

Д 26

НЕТ КАРТ.


ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ДЕДУХ Борис Никифорович

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА
АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ МЫЛА
В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Специальность 05.13.07 – автоматическое управление
и регулирование, управление технологическими процессами
(в пищевой промышленности)

 **А в т о р е ф е р а т**
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

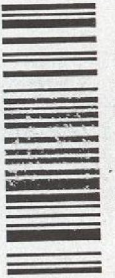
Одесса - 1978

Поверніть книгу не пізніше
зазначеного терміну

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ских про-

ОНАХТ 21.07.11
Исследования и разра



v013269

Сієво-Святошинська друк. Зам. 5184—1 мил. 1975 р

доцент

МИТРОЖАНОВ Ю. П.

Ведущая организация - Харьковский филиал Всесоюзного
научно-исследовательского института шпоров (ВНИИШ).

Защита состоится "29" декабря 1978 г. в 14³⁰ час.
на заседании специализированного совета К 068.35.01
в Одесском технологическом институте пищевой промышленности
имени М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г.Одесса, ул.Свердлова,
112, ОТИПИ им. М.В.Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Одесского технологического института пищевой промышленности
им. М.В.Ломоносова.

11

3 1978 г.

МИРОНОВ И.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Для решения проблемы высвобождения пищевых продуктов, идущих на технические цели, в принятых XXV съездом КПСС "Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976-80 годы" намечено значительное увеличение выпуска синтетических жирозаменителей и в первую очередь синтетических жирных кислот (СЖК).

Расширение области применения СЖК в мыловаренной промышленности, производстве синтетических моющих средств, консистентных смазок и т.д. ограничено достаточно высокими требованиями к качеству жирных кислот. Качество товарных СЖК обеспечивается рядом процессов технологического цикла, но главным образом - термической обработкой натриевых солей жирных кислот (мыла).

Термическая обработка мыла характеризуется улучшением качественных характеристик выходного продукта, но сопровождается разложением солей жирных кислот (декарбонизацией), определяющим прямые потери. Учитывая, что потери при существующих методах управления достигают 10-15%, наибольший вклад в целевую функцию управления процессом термической обработки мыла должно дать оптимальное его ведение - получение продукта регламентированного качества при минимальных потерях. Реализация этой актуальной задачи возможна лишь при автоматическом контроле качественных характеристик процесса.

Аналитический контроль качественных показателей выходного продукта термообработки мыла затруднен условиями высокой температуры процесса, агрессивностью и вязкостью, значительным транспортным запаздыванием анализируемой пробы и осуществля-

Пересчет 1985

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. С. С. Б. Ломоносова

013269

ется лабораторными методами анализа, затрудняющими автоматизацию. Таким образом, решение задачи повышения эффективности управления термообработкой мыла в производстве СЖК неразрывно связано с отысканием новых методов автоматического оперативного контроля качественных характеристик и разработкой технических средств их реализации.

Цель работы и задачи исследования. Цель работы заключается в исследовании зависимости качественных характеристик процесса термической обработки мыла от концентрации компонентов отходящих технологических газов и создании на основании этого исследования системы аналитического контроля процесса термообработки с помощью автоматических газоанализаторов, исследовании условий оптимизации процесса и повышении качества выпускаемых СЖК с помощью системы газового контроля, создании предпосылок для разработки АСУ ТП.

В соответствии с поставленной целью основными задачами реферируемой работы являются:

- исследование процесса термической обработки мыла экспериментально-статистическими методами и выбор газовых характеристик для управления;
- разработка системы автоматического контроля компонентов отходящих технологических газов процесса термической обработки мыла;
- исследования по уменьшению дополнительных температурных погрешностей датчиков газового анализа;
- исследование динамики процесса термообработки мыла в номинальных условиях, выбор каналов регулирования концентраций компонентов в отходящих технологических газах;
- исследование процесса термической обработки мыла мето-

дами активного эксперимента, построение статической модели управления качественными характеристиками процесса по концентрации газовых составляющих;

- исследование полученной статической модели, определение оптимальных условий ведения процесса по газовым характеристикам в условиях программного управления и АСУ ТП;

- расчет экономической эффективности управления процессом термической обработки мыла по выбранной функции цели.

Методы исследования. Экспериментально-статистическое исследование процесса термической обработки мыла выполнено методами идентификации с применением ЭВМ. Исследование газоаналитических датчиков проводилось экспериментально в лабораторных и производственных условиях, построение математических моделей процесса измерения осуществлялось на основе аналитико-экспериментального подхода и методами теории вероятностей и математической статистики. Полученные результаты проверены натурными экспериментами.

Научная новизна работы представлена:

- результатами исследования объекта контроля и управления, статистическим подтверждением связи механизма термического облагораживания технического мыла при термообработке с составом газов после конденсации неомыляемых;

- разработкой основ косвенного метода контроля качественных характеристик процесса термической обработки мыла по объемной концентрации водорода и углекислого газа;

- экспериментальными исследованиями и разработкой метода контроля 2-х резко отличающихся по теплопроводности газовых компонентов в среде воздуха (азота) одним термокондуктометрическим датчиком;

- разработанной математической моделью выходного сигнала датчика термохимического сигнализатора, отражающей основные температурные погрешности термохимических приборов газового анализа;

- экспериментальными исследованиями динамики процесса термической обработки мыла, передаточными функциями по каналам структурной схемы объекта;

- статической моделью управления процессом термической обработки мыла по газовым характеристикам, построенной при активном эксперименте с применением метода симплексно-решетчатого планирования второго порядка, определением условий статической оптимизации, позволяющих эффективное управление процессом в условиях АСУ ТП.

Практическая ценность результатов работы заключается в разработке автоматической установки газового анализа для контроля качественных характеристик процесса термической обработки мыла в условиях действующего производства, предусматривающей связь с ЭВМ и средствами АСУ. Разработан базовый принцип температурной компенсации термохимического датчика, дающий возможность технической реализации в серийно выпускаемых газоаналитических приборах. Определены условия оптимального ведения процесса термообработки мыла с помощью газоаналитической установки, которые пригодны как для ручной реализации по технологическим картам и номограммам, так и с использованием ЭВМ.

Фактический экономический эффект от внедрения результатов исследований составляет 113,1 тыс.руб./год.

Реализация работы. Результаты диссертационной работы использованы и внедрены при разработке АСУ производств синте-

тических жирозаменителей в г.Шебекино, а также в Опытном-конструкторском бюро автоматики (ОКБА) - при разработке и серийном выпуске газоаналитической аппаратуры.

Апробация работы. Основные положения и отдельные разделы работы докладывались на отраслевых совещаниях по автоматизации производств синтетических жирозаменителей в г.г. Волгограде (1971г.), Баку (1975г.), на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов Харьковского политехн. ин-та по итогам научных работ (1972-78г.г.), на заседании кафедры автоматизации химических производств Харьковского ордена Ленина политехнического института им. В.И.Ленина (1977г.), на заседании кафедры автоматизации производственных процессов Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова (1978г.).

Публикации. По результатам исследований и разработок опубликовано 14 работ.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 127 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы (130 наименований). Диссертация содержит 27 рисунков и приложения с экспериментальными данными и документами о рассмотрении и внедрении результатов работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе выполнен литературный обзор, определены задачи исследования и обоснована последовательность их решения. Дана краткая характеристика процесса термической обработки мыла как объекта контроля и управления.

Процесс термической обработки мыла сопровождается значительными технологическими газовыделениями. Контроль компонентов отходящих технологических газов на действующих термических печах не ведется.

Существуют отдельные работы, в которых отмечается изменение состава газов после термообработки, однако исследований зависимости между концентрацией отходящих газов и качественными характеристиками не проводилось.

На основании анализа литературных данных по связи механизма термического облагораживания СЖК с составом газов после термообработки, по опыту применения газового анализа на других технологических процессах производства СЖК показано, что для аналитических измерений процесса термической обработки мыла газовый контроль наиболее доступен. Первоначальной задачей построения системы аналитического контроля термообработки мыла должно быть исследование зависимости качественных показателей процесса и концентрации компонентов отходящих технологических газов, выбор газовых характеристик для управления процессом. Результаты выполненных в этом направлении исследований изложены во второй главе.

В работе обоснован экспериментально-статистический подход в исследовании процесса термообработки мыла как объекта контроля и управления. Идентификация объекта осуществлена по реализациям, полученным на конечном интервале наблюдения над входными параметрами X_n и выходными зависимыми переменными Y_k , рассматриваемыми как случайные функции выхода $Y(t)$ и входа $X(t)$.

Перечень входных параметров ограничен априорным ранжированием на подготовительном этапе ($X_n = 12$). В составе выход-

ных зависимых переменных приняты качественные характеристики процесса - содержание неомыляемых в мыльном клее (y_1 , вес.%) и его эфирное число (y_2 , мг КОН/г), содержание Na_2CO_3 в мыльном клее (y_3 , вес.%), а также концентрации компонентов отходящих технологических газов - водорода (y_4 , об.%), углекислого газа (y_5 , об.%), окиси углерода (y_6 , об.%).

При изучении вероятностных характеристик возмущений процесса рассчитаны оценки математических ожиданий m_x , дисперсий D_x , авто- и взаимокорреляционные функции $R_{xx}(\tau)$ и $R_{xy}(\tau)$. Величины шага дискретности Δt и длины T реализации выбраны с учетом времени затухания автокорреляционных функций выходной переменной $R_{yy}(\tau) \approx 0$, $\Delta t \geq T_{зат}$ и составляют соответственно 2 часа и 240 часов.

Динамические свойства, обусловленные транспортным перемещением сырья внутри объекта и его инерционностью ($T_{зат}$), учтены заменой динамического объекта звеном с чистым запаздыванием (Δt_1). Погрешность такой замены ($T_{зат} = \Delta t_1$) обусловлена остаточной дисперсией $\sigma_{ост}^2$, значение ее минимально при сдвиге реализаций до получения значения $R_{xy}(\Delta t_1) = \max$.

Условием применения корреляционного и дисперсионного анализа при построении статической модели являются стационарность и эргодичность объекта. Стационарность объекта подтверждена выполнением условия четности корреляционных функций $R_{xx}(\tau) = R_{xx}(-\tau)$, а условие эргодичности $x(t)$ (дисперсия нормальной стационарной случайной функции $x(t)$ конечна) по отношению к корреляционной функции (дисперсии) - неограниченным убыванием абсолютного значения $R_{xx}(\tau)$ к нулю при $|\tau| \rightarrow \infty$.

По разработанной программе расчета параметров многофакторной корреляционной модели на ЭВМ "Минск-32" получены кор-

реляционные уравнения, представляющие собой множественную корреляционную зависимость между выходными y_1, y_2, \dots, y_6 и входными x_1, x_2, \dots, x_{12} случайными величинами. Для анализа влияния контролируемых входных параметров x_n на величину меры неопределенности выходной зависимой переменной $H_x(y_k)$ и, следовательно, на точность прогнозирования y_k использована относительная информационная мера неопределенности объекта $\varphi_{x_1, \dots, x_n}(y_k) = \frac{H_{x_1, \dots, x_n}(y_k)}{H(y_k)}$, где $H(y_k)$ - безусловная энтропия k -й выходной переменной. После оценки информативности x_n , исключения из уравнений несущественных входных переменных и синтеза корреляционной модели получены множественные корреляционные уравнения (1-6) в натуральном масштабе, представляющие статическую корреляционную модель процесса термической обработки мыла.

$$y_1 = 7,66 - 0,011x_1 - 0,18x_3 - 3,39x_5 + 0,13x_7 \quad (1)$$

$$y_2 = 3,74 - 0,01x_2 + 1,44x_3 - 3,15x_7 \quad (2)$$

$$y_3 = 4,19 - 0,005x_1 + 0,03x_3 + 2,9x_5 - x_6 - 0,45x_7 \quad (3)$$

$$y_4 = -230,4 - 0,02x_1 + 0,67x_2 - 0,12x_4 + 21x_6 \quad (4)$$

$$y_5 = 20,4 - 0,04x_1 - 21x_5 \quad (5)$$

$$y_6 = 55,1 - 0,07x_1 + 1,73x_3 - 13,6x_5 + 10,5x_6 + 69,1x_7 \quad (6)$$

Здесь x_1 - температура паромыльной смеси, °С; x_2 - температура в отделителе, °С; x_3 - высота мыла в отделителе, дел.шкалы; x_4 - давление мыла на входе в термопечь, ати; x_5 - содержание $NaOH$ в мыле, вес.%; x_6 - содержание в исходном мырье парафина марки "Т" ТУ 38-1-92-67, отн.ед.; x_7 - содержание в сырье парафина уфимского ГОСТ 784-58, отн.ед.

Адекватность модели реальному процессу подтверждена оценкой по дисперсионному отношению Фишера и графическим анализом остатков. Надежность и достоверность выведенной связи (I:6) подтверждена сравнением коэффициента множественной корреляции $R_{y_k/x_1, x_2, \dots, x_n}$ и его среднеквадратического отклонения σ_k . Показано, что связь качественных характеристик процесса и входных параметров $X_1 \div X_7$ (ур-я I:3), а также компонентов отходящих технологических газов и $X_1 \div X_7$ (ур-я 4:6) не является случайной.

Статистическое подтверждение связи механизма термического облагораживания СЖК с составом отходящих технологических газов обосновало постановку задачи по применению газового анализа для контроля качественных характеристик выходного продукта термической обработки мыла.

С учетом корреляционной связи и значения в химизме происходящих реакций декарбонирования солей СЖК в качестве косвенных параметров управления процессом термообработки мыла выбраны концентрации водорода и углекислого газа. Необходимость одновременного контроля концентраций водорода и углекислого газа вытекает из сравнения коэффициентов парной r_{y_i, y_j} и множественной $R_{y_i/y_1, \dots, y_j}$ корреляций концентраций H_2 и CO_2 с качественными характеристиками выходного продукта:

$$\begin{aligned} r_{y_1, y_4} &= 0,26; & r_{y_1, y_5} &= -0,11; & r_{y_2, y_4} &= -0,15; & r_{y_2, y_5} &= 0,29; \\ r_{y_3, y_4} &= 0,49; & r_{y_3, y_5} &= 0,27; & R_{y_1/y_4, y_5} &= 0,61; & R_{y_2/y_4, y_5} &= \\ &= 0,69; & R_{y_3/y_4, y_5} &= 0,81. \end{aligned}$$

В третьей главе выполнены исследования по созданию системы оперативного анализа концентраций углекислого газа и водорода в отходящих газах термической обработки мыла, по уменьшению дополнительной погрешности газоаналитических датчиков.

В условиях термической обработки мыла концентрацию водорода (20-40 об.%) и углекислого газа (5-15 об.%) необходимо контролировать в смеси с другими газами: окиси углерода (до 45 об.%), кислорода (0,5-2 об.%), азота (3-6 об.%), низкомолекулярных углеводородов (до 0,5 об.%).

В качестве базового метода при разработке системы контроля концентраций углекислого газа и водорода в отходящих технологических газах обоснован выбор термокондуктометрического метода газового анализа.

На основании исследования влияния газовых примесей с отличающейся теплопроводностью на результат измерения предложен комбинированный метод анализа концентраций водорода и углекислого газа. Определение концентраций H_2 и CO_2 (в среде азота либо близких к нему по теплопроводности газов) осуществляется обработкой результатов двух измерений, выполненных одним и тем же термокондуктометрическим датчиком.

Сначала анализируемая газовая смесь, состоящая из H_2 (теплопроводность относительно воздуха $\lambda_{отн} = 7,1$), CO_2 ($\lambda_{отн} = 0,61$) и остальных газов ($\lambda_{отн} \approx 1,0$), подается в датчик. Величина выходного сигнала датчика - $U_{вых}$.

Затем, после продувки газовых линий азотом, выполняется второй анализ поступающей технологической газовой смеси, но уже селективно, т.к. абсорбцией или сжиганием (в работе 50%-м раствором KOH абсорбируют CO_2) из смеси предварительно удаляют CO_2 или H_2 . Выходной сигнал датчика изменяется до $U'_{вых}$. По графикам, номограммам либо аналитическим выражениям на основании значений $U_{вых}$ и $U'_{вых}$ определяется концентрация H_2 и CO_2 в газовой смеси.

Аналитическая градуировка датчика выполнена аппроксимаци-

ей градуировочной шкалы датчика $f(y)$ полиномами наилучшего равномерного приближения $P_n(y) = \sum_{j=0}^n a_j y^j$. Обработка экспериментальных данных выполнялась на ЭВМ по программе вычисления коэффициентов полинома методом Миллера. В результате анализа происходящих в термокондуктометрическом датчике процессов, связанных с изменением теплопроводности среды при изменении ее компонентов, получена функциональная зависимость между измеряемой величиной X и выходным сигналом датчика

$$y = F(x).$$

$$U_{\text{вых}} = b + a \frac{\lambda a - \lambda c}{\lambda b - \lambda c}; U'_{\text{вых}} = \frac{b}{100 - a}, \quad (7a, 7b)$$

где a, b, c - концентрации абсорбируемого газового компонента, неабсорбируемого и газа-носителя соответственно (об. %); $\lambda a, \lambda b, \lambda c$ - теплопроводность этих газов в отн. ед. (относительно воздуха).

При разработке системы газового контроля сформулированы и реализованы основные требования по уменьшению влияния внешних факторов в условиях действующего производства, определены ее динамические характеристики. В работе выполнен расчет необходимого периода опроса для концентраций H_2 и CO_2 в системе автоматического газового контроля процесса термической обработки мыла. В основу расчета принята оценка изменения средней квадратичной погрешности $\sigma_{\Delta X_{\text{max}}}$ определения концентраций H_2 и CO_2 , состоящей из случайной составляющей погрешности датчика и погрешности ступенчатой экстраполяции контролируемого процесса, при различных интервалах времени между соседними замерами t_B . С учетом дополнительной экстраполяции на время обработки замеренного сигнала период опроса составляет 40 мин. Величина приведенной относительной погрешности выходного сигнала системы ξ , полученная расчетом по структур-

ной схеме процесса измерений, не превышает $\pm 6,0\%$ отн.

Термическое разложение мыла при термообработке сопровождается значительным увеличением выхода горючих газов (CO, H_2, CH_4). Сигнализация увеличения такого газовыделения может быть осуществлена термохимическими газоанализаторами. Применение их в условиях термической обработки мыла сдерживается значительными дополнительными погрешностями. Уменьшение одной из них - погрешности за счет изменения температуры окружающей среды - рассмотрено в работе. На основе анализа и статистической обработки результатов многолетних лабораторных испытаний одного из типов термохимических датчиков - сигнализатора дозврывоопасных концентраций СВК-ЗМ - построена математическая модель выходного сигнала датчика. Установленная корреляционная зависимость (рис. I) выходного сигнала датчика от температуры окружающей среды определила направление дальнейших исследований для уменьшения погрешностей измерения.

С использованием результатов квазистационарного метода диффузионной кинетики доказано, что источником температурной погрешности термохимических приборов является изменение плотности газовой среды ρ , характеризующее изменение мольного содержания горючих компонентов в единице объема. ρ_t при изменении окружающей температуры на Δt °C: $\rho_t = \rho_0(1 + \gamma \Delta t)$. Для всех газов $\gamma = \frac{1}{T}$, где T - абсолютная температура, γ - температурный коэф-т объемного расширения газов, град⁻¹. Показано, что для неравновесных мостовых измерительных схем без термостабилизации датчика величина выходного сигнала при изменении температуры окружающей среды $U_{вых,t} = \frac{U_{вых,0}(1 + \alpha \Delta t)}{1 + \gamma \Delta t}$, пропорциональна величине $R_{10} \frac{\alpha \Delta T_{като}}{1 + \frac{1}{T} \Delta t} (1 + \alpha \Delta t)$ и определяется выражением:

$$U_{вых_t} = \frac{U_0 \alpha \Delta T_{кат_0}}{(2R_H + R_3)(2 + 2\gamma \Delta t + \alpha \Delta T_{кат_0}) + 2R_{10}(1 + \alpha \Delta t)(1 + \gamma \Delta t + \alpha \Delta T_{кат_0})} \quad (8)$$

где U_0 - напряжение источника питания, В; R_3, R_{10}, R_H - электрические сопротивления плеч соотношения, измерительного термочувствительного элемента R_I , при 0°C , нагрузки соответственно, Ом; α - температурный коэф-т электрического сопротивления, град $^{-1}$; $\Delta T_{кат_0}$ - каталитическое приращение температуры R_I при 0°C , $^\circ\text{C}$.

Расчетная функциональная зависимость (6+8) на рис. I соответствует зависимости корреляционной, полученной обработкой экспериментальных данных. Компенсация выявленной температурной погрешности является значительным резервом повышения точности термохимических приборов. В работе рассмотрен один из методов компенсации температурной погрешности и предложена методика расчета термокомпенсации.

В четвертой главе представлены результаты экспериментального исследования системы управления процессом термообработки мыла с целью оптимизации.

Динамические характеристики процесса (передаточные функции $W(p)$) посчитаны по экспериментальным данным, полученным с помощью разработанной системы газового контроля. При расчете $W(p)$ использованы численный метод и метод типовой идентификации. Численный метод расчета выполнялся с помощью ЭВМ. В основе алгоритма расчета $W(p)$ заложено определение весовой функции $g(t)$ аппроксимацией в виде конечной суммы (по всем значениям $t = T, 2T, \dots, mT$) интегрального уравнения Винера-Хопфа:

$$K_{yx}(\tau) = \int_0^{\infty} g(t) K_{xx}(t - \tau) dt \quad (9)$$

В работе применен также подбор коэффициентов передаточной функции по типовой таблице идентификации для фактических авто-

$\Delta_{\text{вых}} \text{ в } 1 \cdot 10^{-3}$

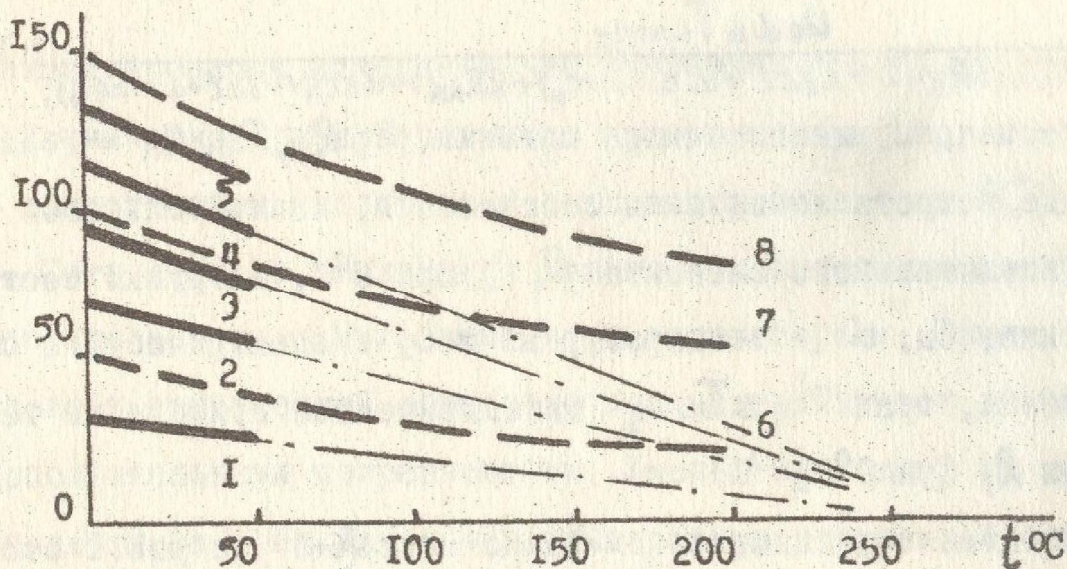


Рис. 1. Температурная погрешность термохимических датчиков. 1÷5 - Корреляционная зависимость на основе экспериментальных данных (в диапазоне $0 \div +50^\circ\text{C}$), 6÷8 - расчетная (по ур-н 8).

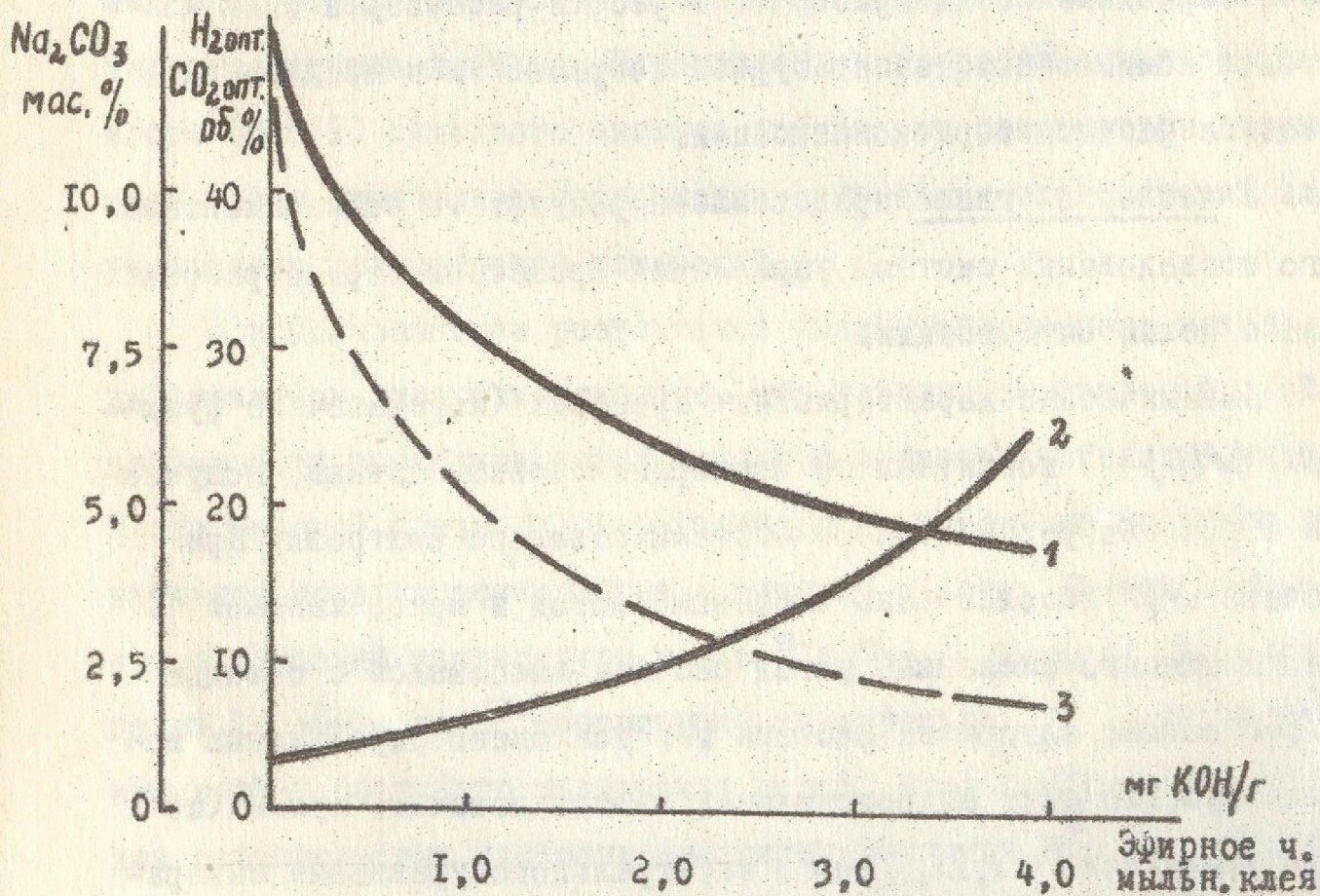


Рис. 2. Зависимость оптимальных значений концентраций H_2 (1) и CO_2 (2) в отходящих газах от технологически обусловленной величины эфирного числа мыльного клея. 3 - минимальное содержание Na_2CO_3 в мыльном клее при оптимальных концентрациях H_2 и CO_2 .

корреляционных $K_{xx}(t)$ и корреляционных функций входа и выхода $K_{yx}(t)$.

Анализ передаточных функций объекта и его структурной схемы позволил выбрать каналы регулирования концентраций H_2 и CO_2 в отходящих газах при активном эксперименте. Высокий коэффициент усиления по каналу "содержание $NaOH$ в мыле перед термомечью - концентрация CO_2 в отходящих газах" с одной стороны выявил возможность эффективного управления содержанием CO_2 в отходящих газах, а с другой - позволил при автоматическом контроле концентрации CO_2 регистрировать в мыле содержание $NaOH$ меньше регламентируемого.

Активный эксперимент выполнялся для выявления количественной зависимости содержания Na_2CO_3 в мыльном клее (y_1) и эфирного числа в нем (y_2) от концентрации H_2 и CO_2 в отходящих газах. При планировании активного эксперимента применен метод симплексно-решетчатого планирования, так как факторы (компоненты газовой смеси) связаны соотношением

$$\sum_{i=1}^{\varphi} x_i = 1; x_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, \varphi \quad (10)$$

где φ - число компонентов, x_i - долевое участие i -го компонента смеси. В качестве компонентов газовой смеси приняты водород (x_1), углекислый газ (x_2) и все остальные газы (в сумме) (x_3). Кодовые переменные (x_1, x_2, x_3) представляют собой не отдельные компоненты, а технологические смеси, подобранные в результате анализа данных регистрационного эксперимента (глава II).

В связи с тем, что объект является стационарным и функции y_1 и y_2 не зависят от времени, задача статической оптимизации процесса термической обработки мыла на любом заданном интервале времени сведена к задаче мгновенной оптимизации процесса по адекватной математической модели, полученной в результате

Одесский технический институт пищевой промышленности

V 0132 69

активного эксперимента:

$$y_1 = R = 9,1x_1 + 6,0x_2 + 2,2x_3 + 1,8x_1x_2 - 3,0x_1x_3 - 4,4x_2x_3 \rightarrow \min \quad (I1)$$

$$y_2 = 0,8x_1 + 2,0x_2 + 4,0x_3 + 0,4x_1x_2 - 2,8x_1x_3 + 0,8x_2x_3 \leq y_{2\text{дон}} \quad (I2)$$

Минимальное содержание Na_2CO_3 в мыльном клее при заданной величине эфирных чисел $y_{2\text{дон}}$ характеризует уменьшение потерь продукта при термической обработке мыла. Использование этого критерия оптимизации соответствует общепроизводственному критерию и может корректироваться по нему при изменении ситуаций.

Для нахождения области оптимальных значений H_2 и CO_2 применен метод неопределенных множителей Лагранжа. В результате исследования статической модели процесса (ур-я I1+I2) на экстремум определены оптимальные значения концентраций H_2 и CO_2 в отходящих технологических газах:

$$z_1 = \frac{1}{2,35 + 0,8y_2}; \quad z_2 = \frac{0,25}{4,85 - y_2} \quad \text{при этом } y_1 = \min = \frac{9,7}{0,9 + y_2} \quad (I3a, I3б, I3в)$$

Простота формирования критерия (для практического пользования - поддержание контролируемых концентраций водорода и углекислого газа (рис.2) на уровне, определяемом выражениями I3a, б), его достаточная чувствительность к управляющим воздействиям позволяют построение системы аналитического контроля и статической оптимизации процесса термической обработки мыла.

В пятой главе отражены вопросы практического применения результатов выполненных в работе исследований.

Лабораторными и промышленными испытаниями макетного образца установки контроля концентраций H_2 и CO_2 в отходящих технологических газах (погрешность анализа составила $\pm 10\%$ отн.) подтверждена высокая эффективность газоаналитического метода контроля качественных характеристик процесса термической обработки мыла.

При газоаналитическом контроле даже ручное управление

процессом термообработки мыла эффективно с использованием представленных в работе графиков либо разработанных на этой основе технологических карт.

Экономическая оценка эффективности контроля качественных показателей выполнена с позиций основного вклада в целевую функцию системы управления процессом термообработки мыла - уменьшения потерь при регламентируемом качестве продукта.

Представлены результаты работы по совершенствованию системы газового контроля (уменьшение температурных погрешностей газоаналитических датчиков, расширение области их применения) для эффективного применения в условиях АСУ ТП.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Статистически подтверждена связь механизма термического облагораживания при термообработке натриевых солей жирных кислот (мыла) с составом отходящих технологических газов.

На основании идентификации объекта предложен косвенный метод контроля качественных характеристик термообработки мыла в условиях АСУ ТП по компонентам отходящих технологических газов. В качестве газовых характеристик для управления процессом обоснован выбор концентраций водорода и углекислого газа.

2. В результате анализа существующих способов измерения и контроля концентраций водорода и углекислого газа обоснована необходимость разработки системы комплексного газового контроля. В качестве базового применен термокондуктометрический метод газового анализа.

3. На основании исследования влияния газовых примесей на величину выходного сигнала термокондуктометрического датчика обоснована возможность контроля 2-х резко отличающихся по

теплопроводности газовых компонентов в среде воздуха (азота) одним термокондуктометрическим датчиком.

4. Исследованы условия минимальной погрешности измерения термохимическими газоанализаторами при изменении температуры окружающей среды. Показана необходимость введения поправки на плотность газовой среды для уменьшения температурных погрешностей и предложена методика расчета термокомпенсации.

5. В результате исследования динамики процесса термической обработки мыла, анализа полученных передаточных функций объекта выбраны параметры регулирования концентраций углекислого газа и водорода в отходящих технологических газах.

6. Предложена и апробирована методика построения статической модели процесса термической обработки мыла с применением симплексно-решетчатого планирования. На основании исследования статической модели на экстремум определены оптимальные значения концентраций водорода и углекислого газа при термической обработке мыла для построения системы управления качественными характеристиками процесса в условиях АСУ ТП.

7. Разработана автоматическая установка контроля концентраций углекислого газа и водорода в отходящих технологических газах процесса термообработки мыла (погрешность анализа $\pm 10\%$ отн.). Применение установки для определения качественных характеристик и оптимизации процесса подтвердило возможность уменьшения потерь технического мыла при термообработке, улучшения качественных характеристик получаемого мыльного плава и выхода синтетических жирных кислот более высокого качества.

Фактический экономический эффект от внедрения результатов исследований составляет 113,1 тыс.руб./год.

Предложенные и разработанные устройства могут найти широ-

кое применение и в других отраслях промышленности при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Дедух Б.Н., Литвиненко И.И., Моргунов А.Н., Столяров П.М. Связь механизма термического облагораживания СЖК с составом газов после термообработки. - Масло-жировая пром-ть, 1978, №6, с.26.

2. Дедух Б.Н., Фролович-Степанов В.С. Термокондуктометрический метод определения углекислого газа и водорода в отходящих газах производства синтетических жирных кислот. - В реф. сб.: Методы анализа и контроля качества продукции в хим-кой пром-ти. М., 1978, №5, с.74-76.

3. Ефимов В.Т., Свириденко В.А., Дедух Б.Н., Литвиненко И.И., Фролович-Степанов В.С. О самокомпенсации температурных погрешностей измерения в аналитических приборах газового контроля. - В сб.: Автоматизация химических производств. М., 1976, №5, с.31-34.

4. Назарян М.М., Горелик В.А., Дедух Б.Н., Огиенко В.В. К вопросу о создании АСУП для Шебекинского химкомбината. - Вестник/Харьк. политехн. ин-т, 1975, №108, вып.6. Химическое машиностроение. с.65-68.

5. Литвиненко И.И., Якимчук П.С., Дедух Б.Н., Тригуб П.Г. Повышение точности анализа газо- и паровоздушных горючих смесей. - Вестник/Харьк. политехн. ин-т, 1976, №125, вып.7. Химическое машиностроение. с.67-69.

6. Дедух Б.Н., Фролович-Степанов В.С. Метод разбавления газовой смеси для расширения пределов измерения термокондуктометрических газоанализаторов. - В реф.сб.: Методы анализа и контроля качества продукции в хим-кой пром-ти. М., 1978, №5, с.72-74.

7. Ефимов В.Т., Свириденко В.А., Дедух Б.Н., Литвиненко И.И., Фролович-Степанов В.С. Исследование работы термохимических газоанализаторов при изменении температуры окружающей среды. - В сб.: Автоматизация химических производств. М., 1978, №3, с.39-45.

8. Дедух Б.Н., Литвиненко И.И., Кошняков А.М. Выбор оптимальной структуры технических средств АСУ. - Вестник/Харьк. политехн. ин-т, 1975: № 108, вып.6. Химическое машиностроение. с.73-77.

9. Ефимов В.Т., Назарян М.М., Бутенев В.П., Дедух Б.Н. Исследование процесса карбонатного омыления окисленного парафина как объекта автоматизации. - Вестник/Харьк. политехн. ин-т, 1974, №97, вып.5. Химическое машиностроение. с.84-87.

10. Типовое техническое задание на разработку АСУ предприятиями Миннефтехимпрома СССР с непрерывным характером производства/ Н.Н.Кошеев, К.Н.Коржавин, В.Г.Павловецкий, Б.Н.Дедух и др. (ротапонт). М., ЦНИИТЭНефтехим, 1973, ч.2, 218с.

11. Ефимов В.Т., Бутенев В.П., Литвиненко И.И., Дедух Б.Н. Статическая оптимизация процесса карбонатного омыления окисленного парафина в производстве СЖК. - В реф.сб.: Нефтепереработка и нефтехимия. М., 1975, №7, с.33-35.

12. Ефимов В.Т., Назарян М.М., Литвиненко И.И., Дедух Б.Н. и др. Исследование процесса разложения мыльного клея. - Масложировая пром-ть, 1973, №1, с.19-20.

13. Дедух Б.Н., Свириденко В.А., Головки Г.П. Пути повышения эффективности управления на базе АСУП. - Науч.тр./Воронежский технологический ин-т, 1975, вып.2. Эконом-кие проблемы повышения эффект-ности обществ. пр-ва. с.140-143.

14. Ярославцев В.Н., Дедух Б.Н. Экономика типовых задач АСУ. - Науч.тр./Воронежский технологический ин-т, 1975, вып.2. Эконом-кие проблемы повышения эффект-ности обществ, пр-ва. с.144-149.

Дедух