

№ 2070 p edr,
с 34

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИМ. У. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

СИБИРЯКОВ Сергей Владимирович



ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ
ПРОЦЕССОМ РАФИНАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЖИРОВ

Специальность 08.13.07 - автоматизация технологических
процессов и производств (отрасли агропромышленного
комплекса)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
д. т. н., проф. Жуковский Э. И.

Одесса - 1992

Работа выполнена на кафедре автоматизации производственных процессов Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова и в проектно-конструкторском и научно-исследовательском институте автоматизации пищевой промышленности ИИ.А. "Пищегроматоматика" (г. Одесса).

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Жуковский Э. И.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Понов В. И., доктор технических наук, профессор Платонов П. П.

В	Автореф v018089	Н	А
за	С34	Сибиряков Ю. В.	
заседа	Оптимизация управления технологическим процессом	10 часов на	
логиче	1992	0,00	
по адм			
С			
нологич			
А			

Институт проектирования пищевой промышленности

10 часов на в Одесском технол. И. В. Ломоносова

ка Одесского технол. И. В. Ломоносова

ОНАХТ 08.06.12
Оптимизация управления



v018089

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Выбор данного ТП в качестве объекта исследования с точки зрения его автоматизации обусловлен широким использованием сепарационных установок в практике промышленного производства очищенных, готовых к употреблению жиров, а также являющихся исходным сырьем при производстве других видов масло-жировой продукции (маргарина, майонеза и др.). Применение сепараторов (центрифуг) при рафинировании жиров имеет следующие преимущества перед другими аппаратами непрерывного действия (нейтрализаторов, разделителей): более полная нейтрализация свободных жирных кислот за счет интенсивного перемешивания нейтрализуемого жира и реагирующих агентов; сокращение потерь нейтрального жира за счет сокращения времени контактирования жировой и щелочной фаз; высокая степень и производительность процесса разделения фаз. Вместе с тем анализ эффективности работы жиров перерабатывающих предприятий, оборудованных сепарационными установками, показывает, что: низкое качество масло-жировой продукции обусловлено низким качеством первичной обработки сырья, в частности рафинацией; основные потери жирового сырья в процессе производства происходят на стадии его первичной обработки. Это обуславливает необходимость совершенствования методов управления ТП РРЖ на сепарационных установках.

Основной задачей автоматизации ТП РРЖ является задача оптимизации режимов работы технологического оборудования (ТО) рафинационной линии, решение которой обеспечит высокое качество продукта, сокращение потерь жирового сырья в процессе производства рафинированных жиров.

ТП РРЖ, реализованный на высокопроизводительном ТО, представляет собой последовательность технологических стадий (ТС), на каждой из которых осуществляется вывод из исходного сырья определенной группы веществ. Поэтому, наряду с обеспечением качества конечного продукта ТП и минимизации потерь сырья, актуальна задача согласования технологических режимов (ТР) очистки сырья на отдельных ТС ТП между собой.

Известные методы и системы управления ТП РРЖ не обеспечивают требуемого качества готового продукта в условиях нестабильности параметров сырьевого цстока, потенциалов теплоносителя и реагентов и др. возмущающих факторов, характерных для действующих производств, что снижает общую эффективность ТП РРЖ по показателю качества готового продукта, неизбирательным потерям жира

ПЕРЕОБЛІК
20 12 р.

v018089
ОНАХТ
БІБЛІОТЕКА

ного сырья.

Последние исследования ТП РРЖ на сепарационных установках способств. от успешному решению поставленных задач.

Объектом исследования является процесс щелочной рафинации растительных жиров с разделением образующихся фаз центрифугированием, предусматривающий следующие виды обработки жирового сырья: гидратацию, щелочную нейтрализацию, двукратную промывку и сушку.

Цель работы - повышение эффективности ТП РРЖ на высокопроизводительном ТО путем достижения нового качества управления ТП РРЖ, обеспечение ющего соответствие качества продукта требованиям технологического регламента, оптимизацию и согласование ТР очистки жирового сырья по ТС ТП РРЖ в условиях действующих возмущений с минимальными непроизводительными затратами жирового сырья на производство рафинированных жиров.

Метод решения поставленной в работе задач заключается в совместном использовании теории управления, методов математического и кластерного анализа, имитационного моделирования.

На защиту выносятся: математическая модель (ММ) ТП РРЖ, как объекта управления (ОУ); комплекс алгоритмов решения задач верхнего уровня (ВУ) АСУ ТП РРЖ; комплекс алгоритмов стабилизации оптимальных ТР (ОТР) гидратации, нейтрализации, промывки и сушки рафинируемых жиров, составляющих нижний уровень (НУ) АСУ ТП РРЖ.

Научная новизна: 1. Получена ММ ТП РРЖ как ОУ, реализованного в аппаратах непрерывного действия. 2. Разработан комплекс алгоритмов решения задач ВУ двухуровневой АСУ ТП РРЖ, обеспечивающий определение ОТР для реального ОУ в условиях действующего производства, согласование производительности ТО стадий ТП РРЖ между собой с учетом нестационарности ряда параметров ТП, отказов ТО. 3. Разработан комплекс алгоритмов решения задач НУ АСУ ТП РРЖ, обеспечивающий стабилизацию ОТР обработки сырья по стадиям ТП РРЖ.

Практическая ценность. Тематика диссертации согласуется с работами выполняемыми на хиропереобработывающих предприятиях масло-жировой отрасли пищевой промышленности с целью создания предприятий и технологических комплексов с высокой степенью автоматизации и механизации на базе средств микропроцессорной техники. Исследования проводились в соответствии с темой НИР № 11 гос. рег. 01890029908 (582) "Проведение исследований, разработка и ввод в действие автоматизированную систему управления технологическими процессами рафинационного отделения на Московском хиркомбинате". Результатом исследования является комплекс задач управления ТП РРЖ на высокопроизводительных сепарационных уста-

новках, использованный при создании АСУ ТП рафинационного отделения на Московском хиркомбинате.

Внедрение результатов работы. Основные положения, выдвинутые при исследовании ТП РРЖ и синтезе АСУ ТП, использованы на всех стадиях исследования и разработки технической документации по созданию АСУ ТП рафинационного отделения Московского хиркомбината и, в частности, автоматизации высокопроизводительной рафинационной установки, оснащенной сепараторами.

Расчетный экономический эффект от внедрения АСУ ТП РРЖ на Московском хиркомбинате составит 100 тыс. руб. Срок окупаемости затрат на внедрение и разработку АСУ ТП - 1,6 года.

Отдельные алгоритмы проходили апробацию на этапах разработки и внедрения АСУ ТП гидрогенизационного отделения по теме № гос. рег. 01823057406 (0136) (алгоритм выбора оптимального количественного соотношения рафинируемого жир - раствор щелочного агента при постоянной концентрации последнего), АСУ ТП расфасовки масла и производства майонеза, тема № гос. рег. 01860047276 (0237) (алгоритм контроля и сигнализации состояния ТО и средств управления АСУ ТП).

Расчет экономической эффективности производства жировой продукции при внедрении АСУ ТП ГП, сделанный на основе технико-экономического анализа производства в условиях функционирования АСУ ТП, показал следующее: величина изменения коэффициента нейтрализации, определяемого отношением G_1/G_2 , составила 0,2; процент уменьшения величины отхода жира в соавсток составил 0,22%, а годовая экономия - 104,367 тыс. руб. Снижение потерь жирового сырья позволило на 7,5% увеличить объем выпускаемой продукции. Общий годовой экономический эффект от внедрения АСУ ТП составил 296,434 тыс. руб в год.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы доклады вались и обсуждались на областных научно-технических конференциях молодых ученых и специалистов (г. Одесса, 1986-1988 гг.); всесоюзных научно-технических конференциях (г. Одесса, 1989 г., г. Грозный, 1991 г.); на республиканском семинаре КПКБ (г. Киев, 1990 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 6 работ. Результаты исследований использованы при выполнении тем по НИР института "Пищепромавтоматика".

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и 4 приложений. Список содержит 76 наименований на русском языке и 3 на иностранных языках. Общий объем диссертации: машинописного текста 140с.

приложений 70с., таблиц 5, рисунков 15.

Приложения содержат данные по АСУ ТП РРЖ, показателям качества ТП РРЖ, результаты эксперимента по идентификации ММ ТП РРЖ, расчеты экономической эффективности и материалы внедрения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы. Формулирует ее цели и положения, выносимые на защиту, раскрыта новизна работы.

В первой главе проведен анализ: ТП РРЖ как ОУ качеством готовой продукции, существующих критериев и систем управления ТП РРЖ; сформулирована задача управления ТП РРЖ и определена концепция построения АСУ ТП РРЖ.

Анализ ТП РРЖ как ОУ качеством готовой продукции показал: взаимосвязанность значений показателей качества ТП РРЖ (содержаний в рафинированном жире фосфатидов K^{ϕ} , свободных жирных кислот $K^{сжк}$, мыла K^m , воды $K^в$) и количества нейтрального жира, отходошлого с промстоками в ходе ТП РРЖ; экстремальный характер зависимостей значений указанных показателей от температуры ТП, концентрации реагирующих растворов, производительности процесса сепарации основного и побочного продуктов ТП; взаимосвязь режимов обработки жирового сырья по ТС ТП РРЖ.

Анализ существующих критериев управления качеством ТП РРЖ: показатели качества рафинированного жира, производительности ТП, величины сырьевых и материальных затрат на производство рафинированных жиров, - показал следующее.

1. Для оценки качества ТП РРЖ по показателям производительности целесообразно вместо Q^x в соотношениях

$$Q^x = \partial Q^x / \partial t, \quad \dot{Q}^x = dQ^x / dt, \quad (1)$$

использовать $Q^x = Q^r + Q^{\phi} + Q^{сжк} + Q^m + Q^в$ (dQ^x - приращение количества рафинированного жира за временной интервал dt ; $Q^r, Q^{\phi}, Q^{сжк}, Q^m, Q^в$ - массовый выход глицеридов нейтрального жира, фосфатидов, свободных жирных кислот, мыла, воды (кг)).

использовать Q^r , определяемое выражением

$$Q^r = Q^x (1 - K^{\phi} - K^{сжк} - K^m - K^в), \quad (2)$$

поскольку при измерении количества готового продукта на "выходе" ТП его качественный состав остается неопределенным. Таким образом, оценка качества ТП РРЖ по показателям производительности фактически представляет собой оценку ТП по показателям качества конечного продукта.

2. Использование количественных оценок расходуемых ресурсов

и их отклонений от оптимальных значений для оценки качества ТП РРЖ неэффективно в виду нечувствительности этих показателей к изменению качества конечного продукта процесса в связи с тем, что приращение величины непроизводительных затрат расходуемых в ходе ТП ресурсов, вызванное отклонениями ТР рафинации от ОТР в результате действия внешних возмущений, мало и сравнимо с величиной непроизводительных затрат этих ресурсов, обусловленной технически состоянием ТО.

3. Для оценки качества ТП РРЖ по показателям $K = (K^{\phi}, K^{сжк}, K^m, K^в)$ вместо соотношений

$$K = K' - K'' \quad \text{или} \quad \bar{K} - \bar{K}' - \bar{K}'', \quad (3)$$

целесообразно пользоваться соотношениями

$$K^{\text{min}} = K' - K''^{\text{min}} \quad \text{или} \quad \bar{K}^{\text{min}} = \bar{K}' - K''^{\text{min}}, \quad (4)$$

так как оценка эффективности ТП РРЖ по (3) при нестабильности качественных показателей жирового сырья K'' не является объективной.

Значения показателей K^{min} ($K^{\phi \text{ min}}, K^{сжк \text{ min}}, K^m \text{ min}, K^в \text{ min}$), рассчитанные по нормативным методикам в зависимости от количества и качества исходного сырья зависят от применяемой технологии рафинирования, вида жирового сырья, технических характеристик аппаратов реализующих технологическую схему процесса и, следовательно, отражают реальные возможности конкретной технической реализации ТП РРЖ.

В результате сравнительного анализа известных вариантов отечественных и зарубежных систем управления ТП РРЖ установлено, что существующие АСУ ТП РРЖ не решают задачи выработки и корректировки ОТР в условиях реального производства из-за отсутствия в составе этих систем соответствующих технических и программных средств; не решают задачу согласования ТР по стадиям ТП РРЖ; не учитывают динамические свойства ТО и стохастический характер возмущений; при управлении ТП РРЖ основное внимание уделяется стабилизации режимов работы ТО в соответствии с эксплуатационными требованиями. Анализ причин низкой эффективности ТП РРЖ на сепарационных установках, показывает, что основными из них являются: недостатки в организации и управлении производством, степень износа, нестабильность качества исходного сырья и вспомогательных материалов, а также недостатки существующих систем управления ТП РРЖ.

На основании проведенного анализа задача управления ТП РРЖ формулируется как задача определения и стабилизации ОТР, оптимальных с точки зрения качества готового продукта, сырьевых затрат на производство.

Вследствие селективности действия реагентов по отношению

к выводимым в ходе ТП РРЖ веществам глобальная оптимизация процесса рафинации сводится к последовательности частных (стадийных) оптимизаций. Задача определения ОТР обработки сырья по стадиям ТП состоит в следующем. Вектору входных параметров X_i необходимо подобрать в соответствие вектор управления U_i , доставляющий экстремум

$$K^* f(X_i, U_i) \rightarrow \min, \quad i=1, \dots, 4 \quad (5)$$

при ограничениях

$$\Omega: \begin{cases} Q^* = Q^*_{\text{зад}}, \quad Q^*_{\text{зад}} \in \Omega_Q, \\ K^* i < K^* i_{1,2}, \quad U_i \in \Omega_{U_i}, \\ X^* i_{1,1} < X^* i < X^* i_{1,2}, \quad X^* i \in \Omega_{X^* i}, \\ U^* i_{1,1} < U^* i < U^* i_{1,2}, \quad U^* i \in \Omega_{U^* i}, \end{cases} \quad (6)$$

где $\Omega_Q, \Omega_{U_i}, \Omega_{X^* i}, \Omega_{U^* i}$ - множества допустимых решений и значений производительности установки, соответственно; 1,2 - индексы, обозначающие соответственно нижнюю и верхнюю границы интервалов допустимых значений. Результатом решения данной задачи является отыскание локальных экстремумов, соответствующих $Q^*_{\text{зад}}$. Значения X_i, U_i , при которых выполняется условие (5) при ограничениях (6) определяют ОТР $opt X_i = X_i(\min K^* i)$, $opt U_i = U_i(\min K^* i)$. Для последовательных стадий ТП условие согласования ТР, представленное в виде

$$\min |X_j - X_{i+1}|, \quad j=i+1, \quad (7)$$

где i - номер стадии ТП РРЖ, означает, что в качестве установочного на $i+1$ стадии ТП РРЖ выбирается режим, для которого расхождение экстремальных значений векторов $opt X_i, opt U_i$ со значениями аналогичных параметров на выходе предыдущей стадии минимально. Условие (7), таким образом, обеспечивает выбор ОТР функционирования каждой из стадий ТП РРЖ в зависимости от входных параметров.

Стабилизация ОТР заключается в минимизации отклонений текущих значений количества нейтрального жира $K^* c_{g,1}(t)$, содержащегося в отходящих стоках на каждой из стадий ТП, от оптимальных в результате действия возмущений $V_i(t)$ и осуществляется на основании данных автоматического контроля плотности и массы отходящих стоков

$$K^* c_{g,1}(T) = \min |K^* c_{g,1}(T) - K^* c_{g,1} \min I|, \quad i=1, 2, \quad (8)$$

U_i

Исходя из требований предъявляемых к АСУ ТП РРЖ, а также анализа существующих систем предложена двухуровневая иерархическая структура АСУ ТП РРЖ, на ВУ которой решаются задачи расчета ОТР, коррекции расчетных значений режимных параметров по результатам контроля и анализа текущих значений этих параметров. На НУ АСУ ТП решаются задачи стабилизации ОТР по стадиям ТП РРЖ.

Во второй главе приведены результаты аналитического исследова-

ования ТП РРЖ как ОУ, методика и результаты экспериментальных исследований ТП РРЖ, оценки адекватности моделей и анализ результатов аналитического исследования ТП РРЖ.

Аналитическая модель ТП РРЖ представлена как последовательная совокупность ММ процессов гидратации, нейтрализации, промывки и сушки, представляющих собой последовательно технологических операций подогрева исходного сырья, смешивания его с раствором реагента, разделения очищенного жира и образовавшегося осадка, описываемых системой нелинейных дифференциальных уравнений 1-го порядка. При моделировании процессов подогрева, смешивания и разделения приняты допущения: 1) подогреватель рассматривается как объект с распределенными параметрами; гидродинамическая структура потоков теплоносителей соответствует модели идеального вытеснения; теплообмен с внешней средой отсутствует; 2) в смесителе реализуется гидродинамический режим идеального вытеснения; плотности и объемные расходы реагентов, объем реакционной массы, тепловой эффект реакции постоянны; реакция происходит в гомогенной системе при постоянной температуре; 3) разделение фаз в сепараторе происходит мгновенно.

Для оценки адекватности параметров ТП РРЖ стационарных ТР использовались данные эксплуатации сепарационных установок, опубликованные в литературе, а также данные эксплуатации таких установок на жиркомбинатах, предоставленных автору Московским филиалом ВНИИЖ. Для оценки адекватности расчетных динамических характеристик ТП РРЖ использовались экспериментальные данные по исследованию кинетики формирования хлопьев фосфолипидов, результаты лабораторного эксперимента, проведенного на 5-ти секционной рафинационной установке А-LAVAL производительностью 15т/ч на Московском жировом комбинате (МЖК). Лабораторный эксперимент проводился в следующих условиях: 1) режимы работы ТП РРЖ G_x, G_p, O_x стабилизированы; 2) действие возмущений по каналу K^* осуществляется скачком при переходе на обработку новой партии жирового сырья; 3) ОУ подвержено действию случайных неконтролируемых возмущений по каналу K^* . Экспериментальные данные и результаты численного моделирования ТП РРЖ приведены в таблице 1.

Оценка адекватности результатов аналитического моделирования ТП и экспериментальных данных показала: 1) режимы работы подогревателей, а также вакуум-сушильного аппарата поддерживаются постоянными; 2) стадии гидратации и нейтрализации являются основными в формировании качества готового продукта и наиболее сильно подвержены действию перечисленных возмущающих факторов; 3) управление качеством ТП РРЖ по показателям K^* осуществляет и регулиро-

ванием количества подаваемых растворов реагентов при постоянной концентрации этих растворов; 4) управление качеством ТП РРЖ по показателю $K^*cг$ осуществляется регулированием давления хира P^* на выходе из сепаратора ТС ТП; 5) показатели плотности и массы отводящих в процессе рафинации стоков могут быть использованы при оценке качества ТП РРЖ по критерию (8) в результате совместного решения систем уравнений материального баланса составленных для побочного продукта и сесителя

Таблица 1.

Экспериментальные и аналитические данные процессов гидратации и нейтрализации подсолнечного масла на 5-ти секционной сепарационной установке ALFA-LAVAL

	G^*x	$K^*ф$	$G^*гР$	$K^*ф$	$K^*сжк$	$G^*нг$	$K^*сжк$
	т/ч	%	м3/ч	%	мг. кон	м3/ч	мг. кон
Экспе	8	0.2-	0.1347	0.19	2.5	0.147	0.16
римен:		0.65					
таль	12	-	0.202	0.34	2.5	0.214	0.23
ные	12	-	0.202	0.35	2.5	0.214	0.13
дан	17	-	0.202	0.36	3.5	0.275	0.09
ные	15	-	0.2526	0.47	3.0	0.344	0.26
ВНИИХ	15	-	0.2526	0.47	3.0	0.312	0.23
	10	-	0.1683	0.47	2.9	0.203	0.10
	10	-	0.1683	0.20	3.3	0.221	0.18
Дан	8	0.2-	0.1347	0.11	2.5	0.147	0.12
ные		0.65		0.32			
анали	12	-	0.202	0.12	2.5	0.214	0.18
тичес				0.42			
кого	12	-	0.202	-	2.5	0.214	0.18
ноде	12	-	0.202	-	3.5	0.275	0.25
лиро	15	-	0.2526	0.13	3.5	0.344	0.3
вания:				0.45			
	15	-	0.2526	-	3.0	0.312	0.24
	10	-	0.1683	0.11	2.9	0.203	0.14
				0.39			
	10	-	0.1683	-	3.3	0.221	0.2

$$\begin{cases} dK^*/dt = G^*x(K^* - K^*)/V - WK^*K^*P \\ dK^*P/dt = G^*r(K^*r - K^*P)/V - WK^*K^*P \\ dK^*o/dt = -G^*xK^*o/V + WK^*K^*P \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} \rho cGc = \rho rGcr + \rho oGco + \rho pGcp \\ Gc = Gcr + Gco + Gcp \end{cases}$$

где $\rho c, \rho r, \rho o, \rho p$ - плотности отделяемых при сепарации стоков, нейтрального хира, выводимого компонента и реагента соответственно, G^*x - объемный расход хирового сырья (м3/с); V - объем смеси (Vк = 6м3), W - константа скорости реакции (иначе говоря, решение (9) позволяет осуществить реконструкцию процессов обработки сырья по стадиям ТП РРЖ); 6) оценка адекватности результатов аналитического моделирования ТП и экспериментальных данных показала возможность использования ИМ для решения задач управления ТП РРЖ при условии периодического уточнения ее параметров в процессе функционирования системы.

Полученные результаты аналитического и экспериментального исследования ТП РРЖ были использованы при решении задач верхнего уровня (глава 3) и оптимального управления стадиями ТП РРЖ (глава 4) синтезируемой АСУ ТП.

В третьей главе приведены алгоритмы решения задач ВУ АСУ ТП: контроля и анализа состояния (КАС) ТП; кластеризации ОТР и идентификации ИМ (КОТРИ) ТП; распознавания текущих и формирования ОТР (РИФТР) ТП, формализации функции координации работы отдельных ТС (КФС). Решение задачи КАС ТП состоит в определении соответствия сформированного на основе ИМ ТП системой управления образа ТП реальному ТР, значений вектора U_i ограничениям (6), текущего ТР заданному, состоянию T_0 состоянию его нормальной работы, - и передаче управления одной из задач АСУ ТП (рис. 1). Задача КОТРИ формулируется на следующем образом. Даны: n -измеряемое пространство $Z = \{X, U, K^*\}$; совокупность случайных объектов (ТР), координаты которых соответствуют имеющемуся набору независимых переменных вектора Z . Необходимо: для набора фиксированных значений переменных X определить область существования ОТР $\{pt \in \Omega z\}$; исходя из предположения о том, что максимум математического ожидания появления случайного объекта в области $opt \Omega z$ приходится на ее центр, определить значения параметров идентификации ИМ ТП по значениям координат центральной точки области $opt \Omega z$. Объединение объектов в кластер осуществляется односвязывающим методом ближайших соседей, который в наибольшей степени из числа существующих методов кластеризации соответствует характеру объекта управления: группы, состоящие вначале из одного объекта, объединяются в клас-

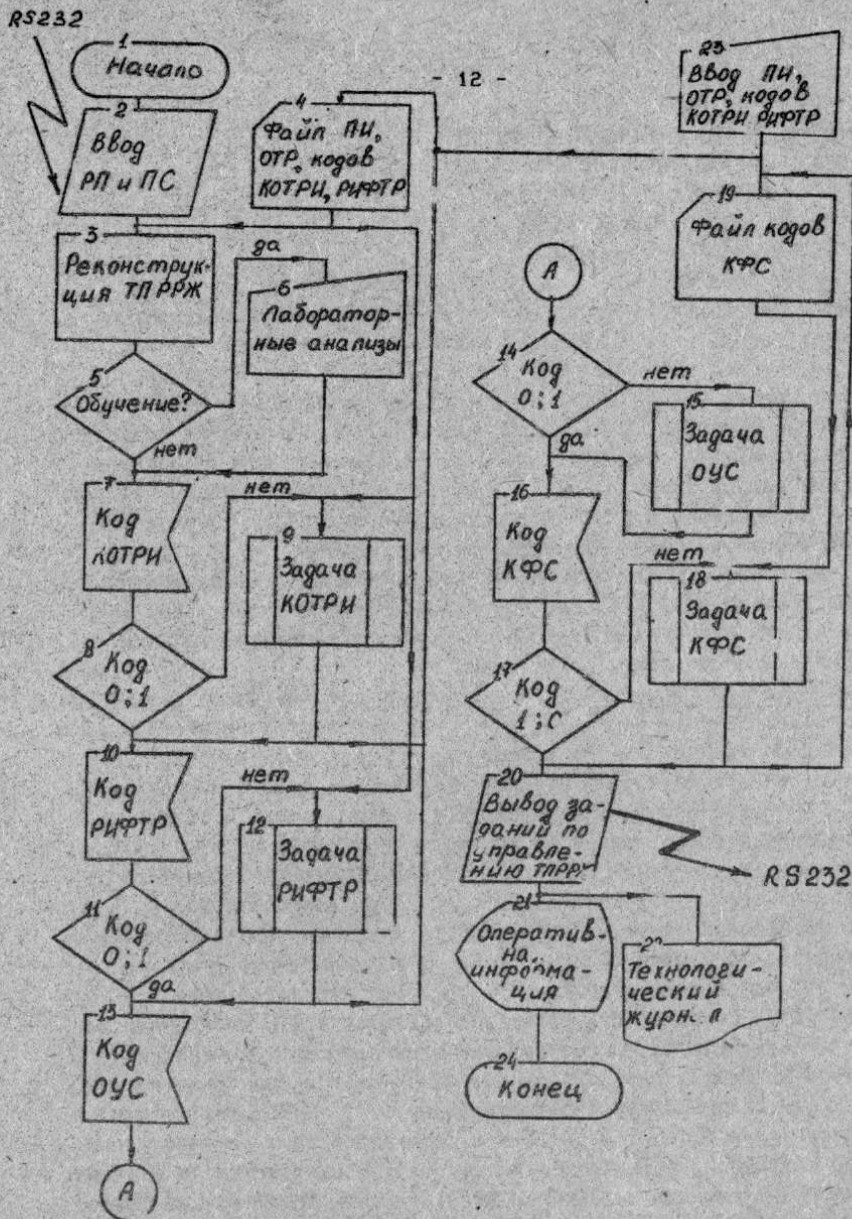


Рис. 1. Блок-схема алгоритма контроля и анализа состояния ТПРРЖ (КАС)

тер, исходя из расстояния до ближайших соседей; группы, расстояния между которыми минимальные, объединяются. Каждое объединение уменьшает на единицу число групп. Для определения расстояния между объектами Z_k и Z_l используется метрика, основанная на понятии евклидова расстояния

$$D_g(Z_k, Z_l) = [(1/p) \sum_{j=1}^p (X_{kj} - X_{lj})^2]^{1/2} \quad (10)$$

где X_{kj}, X_{lj} - значения j -го признака у k -го и l -го объектов соответственно; $\{X_{j1}, \dots, X_{jn}\} \in \{X_1, \dots, X_n\}$ - подмножество признаков, используемое для вычисления расстояния; g - целое положительное число. По численным значениям $D_g(Z_k, Z_l)$ в направлении $k, l = 1, \dots, n$ формируются кластеры объектов $opt \Omega_z$ в пространстве Ω_z . Объекты, для которых расстояние $D_g(Z_k, Z_l) = \max D_g$, относятся к разным классам и являются крайними каждый в своем классе. В результате группировки объектов (блок 8) определяются границы выделенных классов по j -му признаку как разность максимального и минимального значений X_j j -го признака объектов одного класса.

Суть задачи распознавания (РИФТР) объекта Z_k в Ω_z состоит в отнесении его к одному из выделенных в пространстве Ω_z классов $opt \Omega_z$, полученных в результате решения задачи КОТРИ, и формировании ОТР рафинации $opt Z$ по координатам центральной точки класса, которому соответствует объект Z_k . В основе реализации алгоритма РИФТР лежит стратегия минимума затрат на настройку ОУ на ОТР (минимум затрат на настройку ОУ соответствует минимальному расстоянию от объекта Z_k до границ выделенных в этом пространстве классов Ω_z имеющих общую границу по параметрам $K = \min K$)

$$Z_k \in \Omega_z \rightarrow opt Z: \min \{ \min_{Kz} D_k(Z_k, \Omega_z), D_{kopt}(Z_k, opt Z) \}. \quad (11)$$

При выполнении условия

$$\min \{ \min_{Kz} D_k(Z_k, \Omega_z), D_{kopt}(Z_k, opt Z) \} = \min_{Kz} D_k(Z_k, \Omega_z)$$

для решения задач нижнего уровня АСУ ТП в качестве ОТР выбирается ТР, соответствующий центральной точке класса Ω_z . При условии $\min \{ \min_{Kz} D_k(Z_k, \Omega_z), D_{kopt}(Z_k, opt Z) \} = D_{kopt}(Z_k, opt Z)$, а также в случае неопределенности границ классов Ω_z , формируется ТР, соответствующий расчетному $opt Z$.

В основу решения задачи КФС положено следующее соображение: в соответствии с принятой кодировкой состояние каждого из контролируемых объектов определено значением соответствующего разряда кода состояния. Поэтому каждый из разрядов кода состояния рассматривается как параметр состояния в контролируемом объекте, значение которого принимает 0; 1. По результатам сравнения текущего B_k и контрольного B_k значений параметра состояния формируется признак аварийного состояния контролируемого объекта П.

Четвертая глава посвящена синтезу задач НУ АСУ ТП, обеспечи- вающих оптимальное управление и стабилизацию (ОУС) ОТР рафинации, параметры которых определяются в результате решения задач КОТРИ и РИФТР. ОУС заключается в решении комплекса минимизационных за- дач: стабилизации ОТР коррекцией количества подтяваемого в смеси тель раствора реагента по величине отклонения значения K^* от заданного в условиях неустойчивости K^* ; стабилизации режима сепари- рования регулированием давления хира на "выходе" из сепаратора P^* по величине отклонения текущего значения $K^*_{сг}$ от $opt K^*_{сг}$ в ус- ловиях неустойчивости количественного соотношения фаз сепарируе- мой смеси; стабилизации производительности ТП при изменении техни- ческих характеристик сепаратора, регулированием количества сепари- руемой смеси

$$\Phi = 0.5 \{ [K^* - \min K^*]^{**2} + [K^*_{сг} - \min K^*_{сг}]^{**2} + [G_{ж. сеп} - G_{ж. ном}]^{**2} \} \rightarrow \min. \quad (12)$$

где $G_{ж. ном}$ - номинальная производительность сепаратора. Коррекци- рующие значения $K^*_{кор}$, $K^*_{сг. кор}$, $G_{ж. сеп}$, минимизирующие (12) опре- деляется из решения соответствующих уравнений скорейшего спуска. Соответствующие $K_{сжк. кор}$ и устанавливаемые на регуляторах подачи крепкого агента и воды на приготовление раствора реагента значе- ния $G^*_{а. кор}$ и $G^*_{в. кор}$ находятся в результате решения системы балансовых уравнений

$$\begin{cases} G^*_{р. кор} = K^*_{р. кор} G_{гх} = G^*_{а. кор} + G^*_{в. кор}, \\ G^*_{р} = K^*_{р} G_{гх} = G^*_{а} + G^*_{в}. \end{cases} \quad (13)$$

где $K_{р. кор} = AF(K_{сжк. кор}) / [B + F(K_{сжк. кор})]$,
 $A = [G_c(\varphi_{г} - \varphi_c) / \varphi_c - G_c(\varphi_{г} - \varphi_{в})] / (\varphi_{г} - \varphi_{о}) / G_{гх}$,
 $B = (\varphi_{г} - \varphi_{р}) / (\varphi_{г} - \varphi_{о}) - 1$, $F(K_{сжк. кор}) = 1 + K_{сжк. кор} \ln V_{н} / G_{гх}$.
 Соответствующее $K^*_{сг. кор}$ значение $P^*_{кор}$ определяются соотношением

$$P^*_{кор} = P^* - (\varphi_{г} / 2) ** 0.5 * (aF) ** 2 * (D - G_{сг. кор}), \quad (14)$$

где $D = G_{гх} \{ 1 + AF(K_{сжк. кор}) / [B + F(K_{сжк. кор})] \}$.

Соответствующие $G_{ж. сеп. кор}$ значен и $G_{р. кор}$ находятся из соотношений

$$\begin{cases} G^*_{гх. кор} = G_{гх} G^*_{ж. сеп. кор} / G_{ж. сеп}, \\ G^*_{р. кор} = G^*_{р} G^*_{ж. сеп. кор} / G_{ж. сеп}. \end{cases} \quad (15)$$

В случае неопределенности ОТР настройка АСУ ТП на реальный ОУ (оп- ределение значений регулируемых параметров (13)-(15), минимизи- рующих (12)) осуществляется методом "золотого сечения", стратегия которого обеспечивает максимальное гарантированное сокращение ин- тервала неопределенности при минимальном количестве вычислений функции (рис. 2).

Проверка работы представленных алгоритмов проводилась по име- ющимся экспериментальным данным функционирования 5-ти секционной

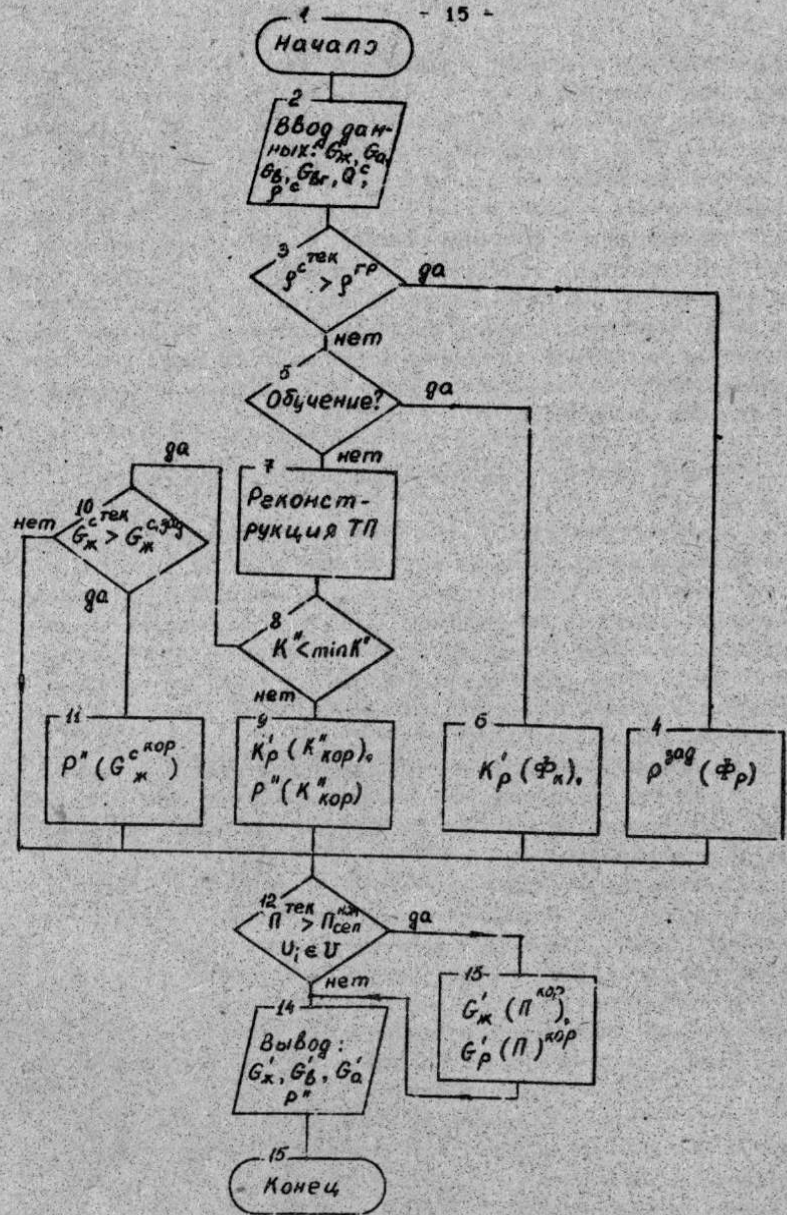


Рис. 2. Блок-схема алгоритма стабилизации ОТР ТП РРХ

сепарационной рафинационной установки A-LAVAL. Результаты испытаний и оценка эффективности работы алгоритмов опубликованы в литературе. Реализация данных алгоритмов в состав АСУ ТП ГП позволило получить годовой экономический эффект 104,367 тыс. руб. При этом увеличение объема выпускаемой продукции составило 7,5%. Реализация комплексов задач верхнего и нижнего уровней синтезируемой АСУ ТП РО позволит получить годовой экономический эффект в размере 150 тыс. руб за счет экономии сырья и энергоресурсов, повышения производительности ТП РО жиркомбината. Определены основные направления развития комплекса задач оптимального управления ТП РРЖ с учетом современных тенденций развития технологии производства рафинированных жиров, а также средств управления процессами масло-жировых производств.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Анализ ТП РРЖ как ОУ качеством готовой продукции показал: взаимообусловленность значений показателей качества ТП РРЖ и количества нейтрального жира, отходящего с промстоками; экспрессивный характер зависимостей значений указанных показателей от реальных параметров ТП; целесообразность использования показателей $K^*_{\min} = (K^*_{ф. \min}, K^*_{сж. \min}, K^*_{н. \min}, K^*_{в. \min})$, отражающих реальные возможности конкретной технической реализации ТП РРЖ, в качестве критериев управления.

2. На основании проведенного анализа сформулирована задача управления ТП РРЖ как задача определения и стабилизации ОТР, оптимальных с точки зрения качества готового продукта, сырьевых затрат на производство.

Предложена двухуровневая структура АСУ ТП РРЖ, в которой составлены задачи формирования оптимальных с точки зрения качества конечного продукта и затрат жирового сырья на производство режиров, контроля, анализа и согласования ТР обработки сырья по ТС ТП РРЖ между собой. НУ синтезируемой АСУ ТП составляют задачи стабилизации ОТР гидратации, нейтрализации, промывки и сушки нейтрального жира с учетом динамических характеристик протекающих процессов.

3. В результате экспериментальных и аналитических исследований разработаны нелинейные математические модели процессов гидратации, нейтрализации, промывки и сушки, а также процессов разделения, составляющих ОУ - ТП РРЖ.

4. Разработан комплекс алгоритмов решения задач ВУ АСУ ТП, обеспечивающий: определение ОТР для конкретной технической реали-

зации ТП РРЖ; автоматическое формирование ТР рафинации в зависимости от качества исходного сырья и состояния ТО; настройку АСУ на реальные ОУ; контроль, анализ и принятие решений по управлению ТП РРЖ при отказах ТО и средств управления.

5. На основе ИМ ТП РРЖ разработаны алгоритмы стабилизации ОТР в условиях действия возмущений на основе измерений массы плотности отходящих стоков, влажности промытого продукта.

Данные алгоритмы реализуют также управление стадиями ТП РРЖ в условиях настройки АСУ на ОУ.

6. Основные положения, выдвинутые при исследовании ТП РРЖ и синтезе АСУ ТП, использованы на всех стадиях исследования и разработки технической документации по созданию АСУ ТП рафинационного отделения Московского жиркомбината и, в частности, автоматизации высокопроизводительной рафинационной установки, оснащенной сепараторами.

Расчетный экономический эффект от внедрения АСУ ТП РРЖ на Московском жиркомбинате составит 150 тыс. руб. Срок окупаемости затрат на внедрение и разработку АСУ ТП - 1,6 года.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В РАБОТАХ:

1. Ю. В. Сибиряков, С. С. Сапожникова, В. М. Коваль. Основные пути снижения себестоимости продукции масло-жирового производства на Московском жиркомбинате // Сб. научн. тр. НПО "Пищепромавтоматика". - Одесса, 1988, с. 128-136.
2. Ю. В. Сибиряков, Т. Н. Коломиец. Программное управление производством фасованной продукции на масло-жировом предприятии // Сб. научн. тр. НПО "Пищепромавтоматика". - Одесса, 1989, с. 66-71.
3. Ю. В. Сибиряков, В. Н. Некрасова. Система автоматизированного управления высокопроизводительной установкой рафинации масел и жиров // Пищевая промышленность. Передовой производственный и научный опыт, рекомендуемый для внедрения в масло-жировой промышленности: Информационный сборник. - М.: АгроНИИТЭИП, 1991. - Вып. 1.
4. Ю. В. Сибиряков. Автоматизированная система управления линиями рафинации жиров и масел // Пищевая промышленность. Серия 16. Механизация и автоматизация пищевой промышленности. - М.: АгроНИИТЭИП, 1991. - Вып. 4.

1018089
ОНАХТ
БИБЛИОТЕКА

Одесса
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
БИБЛИОТЕКА

5. Ю. В. Сибиряков, Ю. М. Квальярди, Г. С. Севбо, Э. И. Жуковский. Управление процессом рафинации на основе экспертных оценок // Сб. научн. тр. НПО "Пишепромавтоматика". -Одесса, 1990, с. 59-65.
6. Ю. В. Сибиряков, В. Б. Медзеновский. Математическое моделирование процесса управления высокопроизводительной рафинационной установкой // Материалы всесоюзной научно-технической конференции "Микропроцессорные комплексы для управления технологическими процессами. Грозный, 1991, с. 51-52.