

Автореф.
К 84

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КРУГЛИК ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ

УДК 636.035.5:66.028

НЕПРЕРЫВНОЕ ВЕСОВОЕ ДОЗИРОВАНИЕ СЫПУЧИХ
КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 19 *8/1*

Одесса - 1986

он

А. В. Воробей

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова и Латвийском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института комбикормовой промышленности.

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Дударев И.Р.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Остапчук Н.В.; кандидат технических наук, старший научный сотрудник Максимчук Б.М.

Ведущее предприятие - Резекненский комбинат хлебопродуктов Министерства Латвий-

Защита состоялась на заседании специализированной комиссии в Одесском технологическом институте, 270039, г. Одесса. С диссертацией на тему: "Непрерывное весовое дозирование" в диссертационном кабинете.

№ 015349
Автор: Круглик В.И.
К84 Непрерывное весовое дозирование
1986
№ 015349
Б/У

Поверніть книгу не пізніше зазначеного терміну

ОНАХТ 02.04.13
Непрерывное весовое
v015349

МПП. Зам. 43 - 4000 тис.

Актуальность работы. Решениями XXII съезда КПСС в XII пятилетке предусмотрено дальнейшее увеличение производства комбикормов. В соответствии с "Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1936-1990 гг. и до 2000 года" выпуск комбикормов на предприятиях отрасли составит к 1990 году свыше 70 млн. т. Главное направление научно-технического прогресса комбикормовой промышленности в XII пятилетке - создание и внедрение непрерывных и интенсивных технологических процессов, реализуемых с помощью комплексно-механизированных и автоматизированных линий. Производство комбикормов с применением непрерывного весового дозирования позволит существенно увеличить производительность на тех же производственных площадях при минимальных экономических затратах на реконструкцию или строительство комбикормовых предприятий, повысить качество готовой продукции.

Целью работы является научно-техническое обоснование применения способа непрерывного весового дозирования сыпучих компонентов для интенсификации производства комбикормов.

Задачи работы:

разработка математических моделей процессов непрерывного весового дозирования компонентов комбикормов, технологического допуска на рецептуру и сравнительного анализа функциональных схем комбикормового производства;

разработка методики получения данных для моделирования исследуемых процессов производства комбикормов, оценка качества готовой продукции, выполнение экспериментов и обработка данных;

обоснование комплексной структурной машинно-аппаратурной системы непрерывного производства комбикормов;

выбор основных параметров весодозирующего устройства для компонентов комбикормов на базе экспериментальных исследований процесса дозирования;

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова

№ 015349

БИБЛИОТЕКА

испытание в производственных условиях экспериментальных образцов весовых дозаторов, разработанных на основе выполненных исследований;

разработка исходных данных для реконструкции существующих и проектирования новых, повышенной производительности комбикормовых предприятий.

Научная новизна. Разработана математическая модель, позволяющая проводить сравнительный анализ структуры функциональных схем дозирования компонентов комбикормов, предложены критерии оценки эффективности линий непрерывного производства комбикормов. На основе математической модели процесса, адекватность которой подтверждена экспериментально, предложен способ и методика определения технологических допусков на параметры исходных компонентов и их соотношение, обеспечивающие заданное качество продукции. Экспериментально доказано, что для дозирования компонентов комбикормов целесообразно применение весовых дозаторов непрерывного действия с регулированием производительности изменением скорости ленты.

Получены аналитические зависимости, связывающие производительность и нагрузку на ленте при переменной скорости ленты (в неустановившемся режиме).

Доказано, что длительность переходных процессов в дозаторах непрерывного действия при изменении погонной нагрузки уменьшается с увеличением производительности, а для уменьшения погрешности дозирования необходимо сократить расстояние между весовым участком и точкой ссыпания материала.

Анализом непрерывного весового дозирования компонентов комбикормов как случайных процессов, проведенного по данным экспериментов в производственных и лабораторных условиях на различных компонентах, подтверждена гипотеза о стационарности и эргодично-

сти этих процессов, установлен вид и параметры автокорреляционных функций расхода, спектральный состав случайных колебаний расхода.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены: на научной конференции молодых ученых и специалистов ВНИИ комбикормовой промышленности (ВНИИКП) (Рига, 1980 г.); на Всесоюзной научной конференции "Пути совершенствования технологических процессов и оборудования для производства, хранения и транспортировки продуктов питания" (Москва, МТИП, 1984 г.); на методической комиссии ВНИИКП (Воронеж, 1985 г.); на НТС Министерства хлебопродуктов Латвийской ССР (Рига, 1986 г.). Разработанные функциональные схемы непрерывного производства комбикормов, дозаторы 448ВДН экспонируются на ВДН Латвийской ССР (Рига, 1985 г.).

Публикация результатов. По теме диссертации опубликовано 7 статей.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 297 страницах, из них основного текста с 47 рисунками и 7 таблицами 147 страниц, в приложениях 9 рисунков и 21 таблица.

Практическая ценность. Разработан новый процесс непрерывного производства комбикормов на базе дозаторов непрерывного действия; новая технология и экспериментальные образцы дозаторов прошли производственные испытания и приняты в постоянную эксплуатацию на Ионишском (Литовская ССР) и Резекненском (Латвийская ССР) комбинатах хлебопродуктов. Серийно выпускаются с 1986 г. дозаторы 448ВДН для компонентов комбикормов. Экономическая эффективность от внедрения непрерывного производства комбикормов при реконструкции предприятий составит около 400,0 тыс.руб. в год на Резекненском комбинате хлебопродуктов и около 1,0 млн.руб. в год на Ионишском комбинате хлебопродуктов; разработаны совместно с ЦНИИПром-

зернопроектном типовые проекты на реконструкцию комбикормовых заводов производительностью 200, 315, 500, 630 т/сутки; экономический потенциал от внедрения технологических процессов на базе применения весового дозирования при реконструкции комбикормовых заводов производительностью 200 и 315 т/сутки (по пять заводов в год по Министерству хлебопродуктов СССР) составит согласно расчетам свыше 8,0 млн. руб. в год.

На защиту выносятся: процесс непрерывного весового дозирования сыпучих компонентов комбикормов при реконструкции комбикормовых предприятий; математическая модель для сравнительного анализа различных структурных схем дозирования компонентов комбикормов и критерии их оценки; методика определения технологических допусков на параметры исходных компонентов, обеспечивающих заданное качество комбикорма; рекомендации по выбору параметров грузоприемного устройства весового дозатора ленточного типа; полученные параметры автокорреляционных функций расхода материалов, подтверждающие гипотезу о стационарности, эргодичности и нормальности этих процессов.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы, направленной на совершенствование процесса дозирования сыпучих компонентов комбикормов, сформулирована цель и дана общая характеристика работы.

В первой главе рассмотрены основные направления совершенствования техники и технологии дозирования и смешивания компонентов комбикормов. В работах Я.Ф.Мартыненко, А.С.Данилина, Г.А.Рогинского, Ю.Д.Видинеева и др. отражены необходимость научного обоснования построения процессов производства смесей из сыпучих материалов и тенденции их развития. Экспериментальные исследования по состоянию современной технологии производства комбикормов и выявлению тенденции развития данного вопроса в нашей стране выполнены

А.Ф.Прокопенко, В.М.Шевандиной, Г.П.Ковалевой, Г.Я.Негребовым, В.Э.Перельманом, Л.Я.Бойко и др. Ведущие фирмы "Камас" (Швеция), "Оное" (Япония), "Агро Экипман" и "Пэк Инжиниринг" (Франция), "Саймон Бэррон" (Великобритания) развивают технологию в направлении выделения отдельных смесей, их подготовки и окончательного дозирования и смешивания, т.е. практически схема не отличается своим принципиальным построением от применяемых на отечественных заводах. Анализ результатов работ позволил установить, что существующие технологические приемы и усовершенствования на базе дискретных систем весового дозирования и смешивания компонентов комбикормов исчерпали себя в вопросах повышения производительности и требуют дополнительной установки оборудования параллельно существующим линиям дозирования и смешивания, что не эффективно. Создание линий непрерывного весового дозирования и смешивания компонентов комбикормов является единственным экономически эффективным способом резкого повышения производительности комбикормовых заводов на существующих производственных площадях. Техническим средствам непрерывного весового дозирования также посвящено достаточно много исследований таких авторов как Е.Б.Карпин, В.И.Марсов, М.И.Бау, Л.И.Товбин, В.С.Федоренко, А.Б.Никольский, М.В.Гегешидзе, Ю.Д.Видинеев, в которых приводятся результаты исследований средств непрерывного весового дозирования сыпучих компонентов в комплексе с дозируемыми материалами. Выявлены определенные достоинства и недостатки у весовых дозаторов непрерывного действия дугагрегатных и одноагрегатных, которые применяются в основных отраслях народного хозяйства, связанных с сыпучими материалами. В заключении главы сформулированы цель и задачи исследований.

Вторая глава посвящена разработке и анализу математической модели непрерывного дозирования компонентов комбикормов. Опреде-

лены методика и техника получения исходных данных для моделирования (отбор проб исходных компонентов и готовой продукции). В качестве основного, для исследования процесса и проведения сравнительного анализа различных структурных схем непрерывного дозирования и смешивания компонентов комбикормов, выбран метод определения эффективности работы системы дозирования по качественным показателям готового продукта, который был применен ранее в металлургической промышленности Астаховым А.Г. и Немировским А.М. В качестве показателей качества готового комбикорма были выбраны:

S_1 - объемная масса, т/м³; S_2 - влажность, %; S_3 - содержание сырого протеина, %; S_4 - содержание сырой клетчатки, %; S_5 - содержание поваренной соли, %. Первые два показателя характеризуют физико-механические свойства, влияющие на процесс дозирования, остальные - качество комбикорма, его питательность, однородность. Следовательно, математическая модель связывает качественные показатели исходных компонентов, режим работы системы дозирования и смешивания, качество готового продукта.

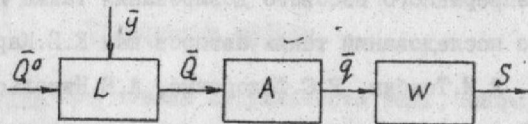


Рис. I. Схема получения вектора качества комбикорма

Процесс моделирования вектора качества комбикорма (рис. I) можно разбить на последовательные преобразования вектора заданное значение производительности дозатора и помехи $\bar{y} = z + N$ в вектор \bar{Q} , вектора производительности \bar{Q} в вектор \bar{q} - дозирования (относительной производительности), а вектор дозирования \bar{q} в соответствии с составом исходных компонентов в вектор качества комбикорма \bar{S} . Здесь N - случайная помеха, вызванная статической погрешностью системы регулирования расхода

дозатора, N - случайная помеха, вызванная неравномерностью выдачи материала, его неоднородностью. Вектор входных воздействий \bar{x} состоит из вектора задания \bar{Q}^0 и аддитивного случайного вектора шума (ошибок) оборудования дозирования \bar{y} .

$$\bar{x} = \bar{Q}^0 + \bar{y} = \begin{pmatrix} Q_1^0 + y_1 \\ \vdots \\ Q_n^0 + y_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

тогда вектор качества комбикорма \bar{S} , исходя из схемы, получается в результате следующих линейных преобразований:

$$\bar{S} = (W)(A)(L)\bar{x}, \quad (2)$$

где (L) - матрица преобразования \bar{Q}^0 в вектор абсолютной производительности компонентов комбикорма;

(A) - матрица преобразования вектора \bar{Q} в вектор относительной производительности компонентов комбикормов;

(W) - матрица вещественного состава исходных компонентов.

С учетом линейности преобразований (W) , (A) , (L) можно записать ковариационную матрицу качества комбикорма в следующем виде

$$(K) = (W)(A)(L)(X)(L)^T(A)^T(W)^T. \quad (3)$$

Таким образом, используя построенную модель, стало возможным получение вектора качественного состава комбикорма и критерия оценки в виде ковариационной матрицы.

В результате проведения экспериментальных исследований на рецепте Lit K65-120 ГОСТ 9268-70 Ионишкской структурной схемы процесса и на рецепте 4ЛАТ I29-130 ГОСТ I822I-72 Резекненской структурной схемы процесса (двухкомпонентная схема) и обработки данных на ЭВМ ЕС-1033, по наиболее важному показателю сырому протеину минимальная дисперсия достигается при трехкомпонентной структурной схеме технологии непрерывного весового дозирования и смешивания, что позволило сделать вывод о ее эффективности. Сравнение эффективности дискретной и непрерывной системы весового

дозирования и смешивания компонентов комбикормов, осуществленное на одном и том же рецепте Lit K 65-120, показало, что величина дисперсий качественных показателей при непрерывном весовом дозировании смешивания несколько меньше аналогичных показателей дискретной системы.

Математическая модель позволяет моделировать узел дозирования на любое необходимое число весовых дозаторов. В данной работе смоделирована четырехкомпонентная структурная схема дозирования, которая прогнозирует удовлетворительные показатели качества при данном режиме работы системы дозирования.

Моделирование технологического допуска на колебания расхода компонентов комбикормов при непрерывном весовом дозировании построено на применении линейных регрессионных моделей вида

$$S_i = \alpha_{0i} + \sum_{k=1}^n \alpha_{ik} W_k + \varepsilon_i, \quad (4)$$

где S_i - i -ый параметр комбикорма;

α_{0i} - свободный член в i -ом регрессионном уравнении;

α_{ik} - k -ый регрессионный коэффициент в i -ом регрессионном уравнении;

W_k - k -ый параметр в векторе параметров исходных компонентов;

ε_i - случайный компонент в i -ом регрессионном уравнении.

Расчетные значения коэффициентов уравнения (4) представлены в табл. I. Средняя относительная ошибка отклонений значений расчетных параметров качества комбикорма от эмпирических по рецепту Лит K-58-543 ГОСТ 9267-68 составила по всем параметрам 2,5...2,7%. Из табл. I следует, что уравнение (4) для расчета имеет вид

$$S_s = 1,55 - 0,001 W_{11} + 0,019 W_{51},$$

и его графическая интерпретация представлена на рис. 2, где W_{11} , W_{51} - объемная масса и наличие соли в белково-минерально-витаминных добавках.

Таблица I

Коэффициенты регрессионной модели процесса дозирования

Показатели	Коэффициенты						
	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	
Объемная масса, т/м ³	253	0,0596	28,6	0	0	0	
Влажность, %	-2,13	0,0011	0,40	0	0	0	
Сырой протеин, %	5,96	0	0	0,690	0,072	0	
Сырая клетчатка, %	16,5	-0,0036	0	0	0	0	
Наличие поваренной соли, %	-1,55	-0,0010	0	0	0	0,019	
	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{11}	α_{12}
	0,504	2,229	0	0	0,025	-9,577	0
	0,007	0,575	0	0	0,002	0	0
	0	0	0,182	-17,06	0	0	0,098
	-0,012	00	0	0	0,002	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

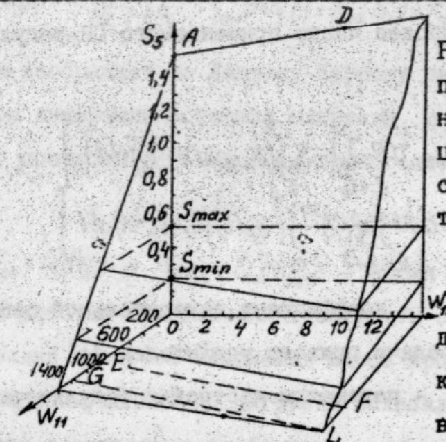


Рис. 2. Графическая интерпретация моделирования технологических допусков на рецептуру при непрерывном весовом дозировании компонентов комбикормов.

На основе данной методики применительно к трехкомпонентной линии дозирования на конкретном рецепте были проведены расчеты на

ЭВМ ЕС 1033 и получены граничные значения всех параметров исходных компонентов, в пределах которых заданное качество комбикорма обеспечивается с вероятностью 0,98.

В третьей главе разработан и исследован весовой дозатор непрерывного действия для сыпучих компонентов комбикормов. Рассмотрены основные характеристики сыпучих компонентов комбикормов с точки зрения влияния материала на процесс дозирования, на основе которых прогнозировались возможные варианты объединения отдельных компонентов с целью улучшения их сыпучести. Для разработки исходных требований на весовой дозатор непрерывного действия ленточно-го типа широкой гаммы компонентов комбикормов исследовали конструкции дозаторов 959 ДН и 4273 ДН на экспериментально-стендовой установке. В результате проведенных исследований и сравнительной характеристики конструкций весовых ленточных дозаторов непрерывного действия за базовую конструкцию была принята конструкция дозатора 4373 ДН. Дозатор одноагрегатный с регулированием производительности изменением скорости ленты, принятый за базовый вариант, на котором проведены теоретические и экспериментальные исследования (рис.3).

Уравнения, характеризующие динамику процесса измерения скорости при использовании наиболее часто применяемого ПИ-регулятора, имеют вид

$$\left. \begin{aligned} T_{эм} \frac{dV}{dt} + V = K_{пр} \left[J_0 - S_1 (K_{изм} VP - J_0) - S_0 \int_0^t (K_{изм} VP - J_0) dt \right] \quad (5) \\ P = \frac{2g}{l_2} \int_0^{l_1+l_2} q(x) - \int_0^{l_1+l_2} (V dt) + dx + \int_0^{l_1+l_2} q(x) - \int_0^{l_1+l_2-x} (V dt) dt \end{aligned} \right\}$$

где $K_{изм} = K_1 K_2 K_3 K_4$ - коэффициент измерительной цепи;
 $K_{пр}$ - коэффициент передачи привода усилителем 4;
 $K_{пр} = K_4 K_3; S_0; S_1$ - параметры настройки регулятора.

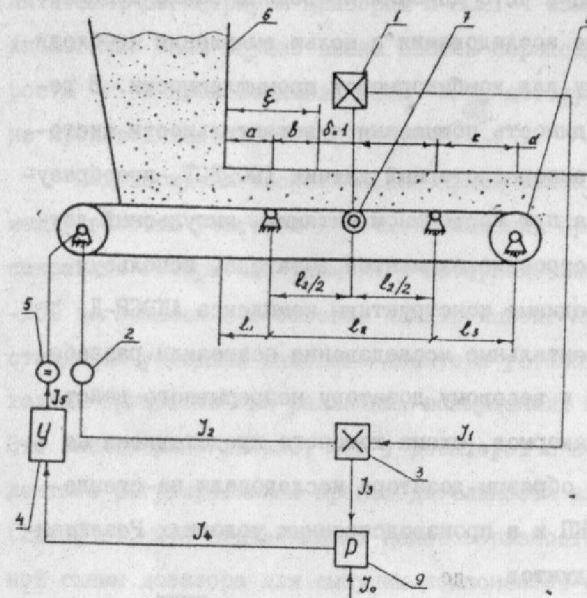


Рис.3.

Схема весового дозатора непрерывного действия с регулированием производительности с изменением скорости ленты:

- 1-7 - силоизмерительное устройство;
- 2 - тахогенератор;
- 3 - множитель;
- 4 - усилитель;
- 5 - привод;
- 6 - питатель;
- 3 - транспортер;
- 9 - регулятор.

Теоретические исследования системы уравнений (5) с отклоняющимся (запаздывающим) аргументом связан с определенными трудностями. В работе предложено и обосновано рассматривать систему в линейном приближении, получена зависимость

$$L_v(p) = \frac{q_0}{q_0 \pm \Delta q} \cdot \frac{K_{об}(PS_1 + S_0)}{T_{эм} p^2 + (1 + K_{об} S_1) + K_{об} S_0} \cdot \frac{4}{p^2 \tau_{2cp}^2 (1 + e^{-\frac{L_{эмп}}{2}})^2} \quad (6)$$

которая изображает по Лапласу-Карсону переходный процесс при ступенчатом изменении погонной нагрузки Δq . При этом для приближенного построения переходных процессов приняли

$$\tau_2 = \tau_{2cp} = \frac{\tau_{02} + \tau_{уст}}{2} = const,$$

где $\tau_{02} = l_1/v_0$ и $\tau_{уст} = l_2/v_{уст}$ - время пребывания материала на весовом участке при значениях скорости соответственно v_0 и $v_{уст}$.

Анализ процесса изменения массы продукта на ленте транспортера при возмущениях по нагрузке показал, что для уменьшения погрешности дозирования необходимо уменьшить расстояние между грузоприемным участком и точкой сыпания материала.

На базовой конструкции 4273 ДН были проведены также дополнительные экспериментальные исследования с целью выявления необходимых требований к дозатору для комбикормовой промышленности. В результате выявлена необходимость повышения чувствительности системы измерения, применяя тензорезисторный датчик I909ДСТ, преобразующий сигналы тензодатчика при постоянном питании, импульсный датчик скорости, блочное построение элементов дозатора, используя микроэлектронную базу и единые конструктивы комплекса АКЭСР-Д. Теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать исходные требования к весовому дозатору непрерывного действия для компонентов комбикормов, схема которого представлена на рис.4. Экспериментальные образцы дозатора исследовали на стенде Латвийского филиала ВНИИКП и в производственных условиях Резекненского комбината хлебопродуктов.

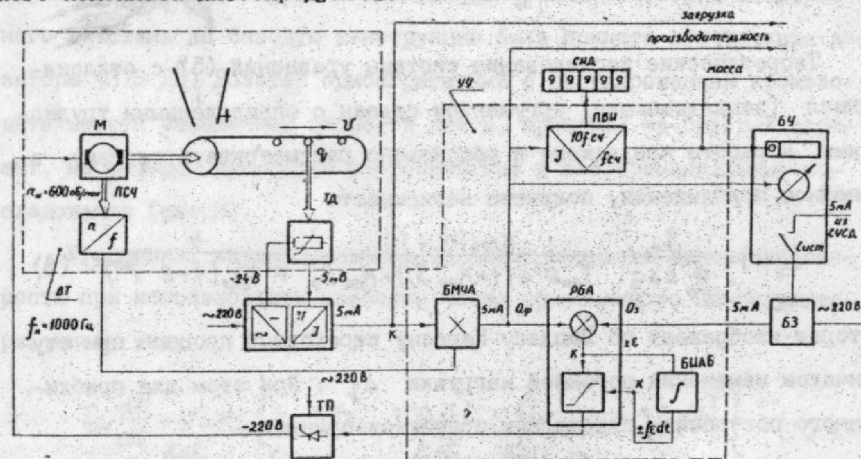


Рис.4. Функциональная схема АСИР дозатора:

BT - весовой транспортер; УУ - управляющее устройство; БУ и БЗ - блоки управления и задания; ТП - тиристорный преобразователь.

Экспериментальные исследования включали в себя изучение переходных процессов. Были проверены на различных компонентах комбикормов теоретические предпосылки о характере изменения нагрузки на силоизмеритель при изменении высоты заслонки гравитационного

питателя, регистрируя прибором Н-3021-4 изменения тока датчика. Аналогично была осуществлена запись переходных процессов по скорости V и производительности Q , которую изменяли в диапазоне производительности $(0,25-0,8) Q_{max}$.

Подтверждена теоретическая предпосылка уменьшения расстояния между весовым участком и точкой ссыпания продукта, что позволило сократить габаритные размеры и материалоемкость дозатора на 10-15% по сравнению с базовой конструкцией. При исследованиях в стендовых условиях весового дозатора установлено, что время переходных процессов при различных возмущениях не превышает 8-10 с. Это значительно меньше, чем у дозаторов с постоянной скоростью ленты и регулированием производительности изменением нагрузки (25-35 с), что подтверждает целесообразность выбора принципиальной схемы дозатора для сыпучих компонентов комбикормов.

В четвертой главе процессы дозирования компонентов комбикормов рассматривали как случайные. Исследованиями Федоренко В.С., Никольского А.Б., Прокофьева Е.А. процессов дозирования различных материалов пищевого, кондитерского, хлебопекарного и других производств установлено, что для каждого определенного сочетания "дозатор-материал" автоматическое дозирование представляет собой стационарный, эргодичный и нормальный случайный процесс. Проведенная ими с помощью аппарата корреляционно-спектрального анализа оценка входных возмущающих воздействий, возникающих в системе при дозировании сыпучих материалов, показала, что различные материалы при их дозировании характеризуются помехами, спектральные плотности которых имеют максимальное значение как в области частот, существенных для автоматических систем дозирования, так и вне пределов этой области. Однако эти исследования проводились главным образом для дозаторов, имеющих весовые конвейеры с постоянной скоростью ленты, а на дозаторах с переменной скоростью лен-

ты подобные исследования не проводились. Поэтому характеристики процесса дозирования компонентов комбикормов снимались прибором Н-302I-4 по каналу расхода на различных рецептах комбикормов, непосредственно на Резекненском комбинате хлебопродуктов при выработке комбикорма и на стенде при подаче зерна кукурузы. Чтобы убедиться в достоверности результатов, было проведено около сорока опытов по 200...250 наблюдений в каждом, с обработкой результатов на ЭВМ ЕС-1033.

На основании полученных эмпирических данных (табл.2) построены нормированные автокорреляционные функции (АКФ) (рис.5) вида

$$S_{puy}(\tau) = e^{-\alpha|\tau|} \cos \beta \tau, \quad (7)$$

где τ - время сдвига;

α и β - параметры теоретической АКФ при отключенной автоматике.

При автоматическом дозировании

$$S_{puy}(\tau) = e^{-\alpha|\tau|} (\cos \beta - \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta |\tau|). \quad (8)$$

Таблица 2

Параметры АКФ

Материал	Типы дозаторов	Производит.		Кэффиц. сглаживания	α	β	Серия опыта
		т/ч	%				
хлопковый шрот	ДН-16	3,52	22	-	0,072	0,325	2-А
кукуруза	ДН-40	14	35	-	0,163	0,967	2-Б
зерносмесь	ДН-40	10	25	-	0,165	0,107	2-В
травяная мука	ДН-63	18	18	-	0,454	0	2-Г
хлопковый шрот	ДН-16	3,52	22	1,239	0,2477	0,250	2-Д
кукуруза	ДН-40	14	35	2,733	0,8396	1,088	2-Е
зерносмесь	ДН-40	10	25	5,436	0,8663	1,185	2-Ж
травяная мука	ДН-63	18	18	3,473	0,224	0,0506	2-З

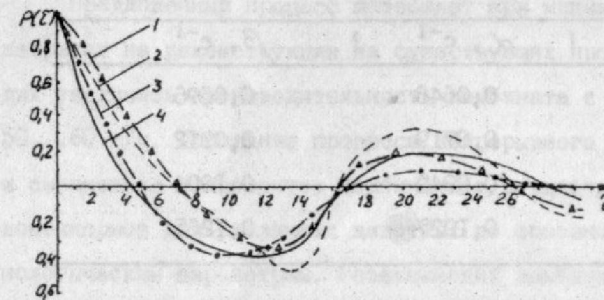


Рис.5. Теоретические и эмпирические кривые АКФ процесса непрерывного дозирования хлопкового шрота при ручном (1,3) и автоматическом (2,4) режимах управления

Анализ показал, что максимум значений спектральных плотностей при ручном режиме управления лежит в диапазоне низких частот $\omega = (0...0,3) c^{-1}$ и при переходе

на автоматический режим управления сдвигается на диапазон $\omega = (0,6...2) c^{-1}$, причем положение максимума зависит от скорости ленты. А это означает, что более высокочастотные составляющие колебаний расхода будут успешно подавляться последующим смесителем.

Экспериментами подтверждена гипотеза о стационарности эргодичности и нормальности процесса дозирования, выявлен вид и определены параметры автокорреляционных функций, спектральный состав случайных колебаний расходов при дозировании различных компонентов комбикормов на разных режимах работы системы автоматического регулирования дозаторов. Определено также изменение характеристик процесса в зависимости от скорости ленты, в лабораторных условиях проводили статистические измерения расхода при определенных скоростях ленты дозатора. Результаты, полученные при дозировании кукурузы, представлены в табл.3.

Изменение значения α и β можно аппроксимировать линейной функцией с использованием метода наименьших квадратов

$$\alpha = 0,0456 + 0,0636 (\delta v_{ном})$$

$$\beta = 0,0435 + 0,0815 (\delta v_{ном}),$$

где δ - относительная величина нормальной скорости.

Институт химии и промышленности в Ленинграде

Б. В. П. О. К. А.

е.в. 15349

Таблица 3

Параметры АКФ в зависимости от скорости ленты

Скорость ленты	$\alpha, \text{с}^{-1}$	$\beta, \text{с}^{-1}$
$V = 0,25 V_{\text{ном}}$	0,0646	0,0696
$V = 0,5 V_{\text{ном}}$	0,0719	0,0912
$V = 0,75 V_{\text{ном}}$	0,0942	0,1004
$V = 0,875 V_{\text{ном}}$	0,1027	0,1265

Используя эти выражения, можно прогнозировать характер процесса дозирования в зависимости от скорости ленты и на этой основе выбрать благоприятный режим работы дозатора.

Пятая глава посвящена практической реализации процесса непрерывного весового дозирования компонентов комбикормов. Разработан процесс непрерывного производства комбикормов, машинно-аппаратурная схема которого внедрена на Резекненском комбинате хлебопродуктов (рис.6).

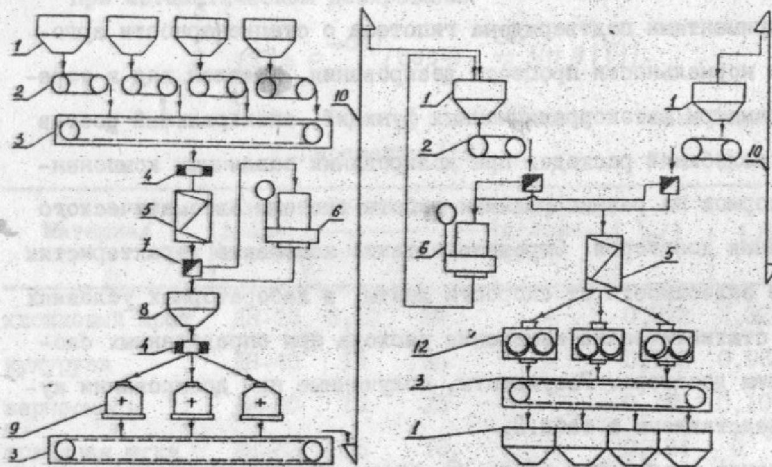


Рис.6. Схема непрерывного производства комбикормов на базе весовых дозаторов непрерывного действия с дозированием двух смесей на основной линии дозирования:

1 - силосы; 2 - весовые дозаторы непрерывного действия; 3 - цепные транспортеры; 4 - магнитные колонки; 5 - гравитационные смесители; 6 - весы; 7 - перекидные клапаны; 8 - промежуточный бункер; 9 - дробилки; 10 - смесители.

Предложенный процесс позволяет при минимальных экономических затратах на реконструкцию на существующих производственных площадях увеличить производительность комбината с 25...30 т/ч до 50...60 т/ч. Испытание процесса непрерывного весового дозирования и смешивания компонентов комбикормов осуществлялось на рецептах комбикормов для различных животных по основным техническим и технологическим параметрам. Резекненский комбинат хлебопродуктов после предложенной рекомендации (февраль 1935 г.) выпустил более 200 тыс. тонн качественных комбикормов.

Промышленные испытания процесса по колебаниям основных показателей качества комбикорма показали высокую стабильность процесса непрерывного производства комбикормов.

Министерством хлебопродуктов Латвийской ССР разработан и утвержден "План научно-технического развития комбикормовой промышленности республики на 1936-1990 гг.", включающий реконструкцию пяти комбикормовых заводов республики по данной технологии.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Обобщение и анализ выполненных научно-исследовательских работ позволили определить рациональность применения процесса непрерывного весового дозирования компонентов комбикормов как эффективного научно-технического средства значительного повышения производительности комбикормовых заводов при реконструкциях на существующих производственных площадях.

2. На основе разработанной математической модели сравнительной оценки различных структурно-функциональных схем непрерывного процесса производства комбикормов определен критерий оценки эффективности системы дозирования и смешивания компонентов комбикормов.

3. Для управления качеством комбикормов разработана линейная регрессионная модель, описывающая изменение параметров качества комбикорма в зависимости от показателей исходных компонентов и

позволяющая, с использованием методов моделирования, определять технологические допуски на колебания расхода исходных комбикормов, которые обеспечивают заданное качество комбикорма.

4. На весовых дозаторах с изменением производительности скоростью ленты впервые определены параметры автокорреляционных функций и спектральных плотностей случайных колебаний расходов различных сыпучих компонентов комбикормов.

5. Выявлено, что автоматическая система регулирования дозаторов подавляет случайные колебания и уменьшает среднеквадратичное отклонение в 2...6 раз, причем коэффициент сглаживания имеет наибольшее значение для трудносыпучих компонентов комбикормов.

6. Экспериментальными исследованиями переходных процессов на базовой конструкции дозатора доказана возможность уменьшения расстояния от весоизмерительной платформы до точки сыпания, что позволило уменьшить габариты и материалоемкость разрабатываемого дозатора на 10-15 %.

7. На основе проведенных комплексных исследований процесса дозирования разработаны исходные требования на весовой дозатор для комбикормовой промышленности и начат серийный выпуск такого дозатора 4488ДИ "Точмаш", г. Одесса.

8. В результате проведенного объема комплексных исследований процесса непрерывного производства комбикормов разработана и внедрена на Резекненском (Минхлебопродуктов Латвийской ССР) и на Ионишкском (Минхлебопродуктов Литовской ССР) комбинатах хлебопродуктов машинно-аппаратурная система непрерывного весового дозирования и смешивания компонентов комбикормов. Это позволило увеличить производительность заводов и ожидать, согласно утвержденным технико-экономическим расчетам, около 400 тыс. руб. в год на Резекненском комбинате и около 1 млн. руб. в год на Ионишкском комбинате хлебопродуктов.

9. Проектно-техническая документация на реконструкцию комбикормовых заводов производительностью 200, 315, 500, 630 т/сутки, разработанная ЦНИИПромзернопроект совместно с Латвийским филиалом ВНИИ комбикормовой промышленности, позволит широко внедрять предложенный процесс дозирования и смешивания в комбикормовую промышленность.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Весовые дозаторы непрерывного действия для зернового сырья /О.В.Рязанов, В.И.Круглик, В.Р.Якулайнен, Г.Е.Голубчикова; Латв. фил. ВНИИ комбикормовой пром-сти. - Рига, 1984, - 5 с. (Деп. в ЦНИИТЭИ Минзага 19.04.84 № 445зг-84 Деп.).
2. Весы непрерывного действия для зерна и комбикормов /О.В.Рязанов, В.И.Круглик, В.Р.Якулайнен, Г.Е.Голубчикова; Латв. фил. ВНИИ комбикормовой пром-сти. - Рига, 1984, - 4 с. (Деп. в ЦНИИТЭИ Минзага 19.04.84 № 446 зг-84 Деп.).
3. Влияние динамических характеристик непрерывно действующих смесителей сыпучих продуктов на оценку работы дозаторов /Л.И.Товбин, Ю.М.Огурцов, О.В.Рязанов, В.И.Круглик, Г.Е.Голубчикова// Тезисы докл. Всесоюз. науч. конф. "Пути совершенствования процессов и оборудования для производства, хранения и транспортировки продуктов питания". - М.: МТИПП, 1984, - с.202.
4. Гравитационные смесители для комбикормовой промышленности и возможности их математического моделирования /Г.Е.Голубчикова, О.В.Рязанов, В.И.Круглик и др. // Тезисы докл. Всесоюз. науч. конф. "Пути совершенствования процессов и оборудования для производства, хранения и транспортировки продуктов питания". - М.: МТИПП, 1984, - с.202.

5. Переходные процессы весовых дозаторов для сыпучих материалов с регулированием производительности скорости ленты конвейера / Л.И.Товбин, О.В.Рязанов, Ю.М.Огурцов, В.И.Круглик // Тр. ВНИЭКИПРОДМАШ. - 1984. Вып.61, - с. 114.
6. А.с. 1125032 3(51) СССР, ВО1, 3/18. Устройство непрерывного действия для смешения сыпучих материалов /О.В.Рязанов, Р.М.Волынова, В.И.Круглик, Г.Е.Голубчикова; Латв. фил.ВНИИ комбикормовой пром-сти. - Заявлено 3.05.83, № 3586352/23-26, опубл. 20 ноября 1984 г. Бюл. № 43, 1984.
7. Управление качеством продукции при автоматическом непрерывном дозировании компонентов комбикормов. /С.А.Егере, В.И.Круглик // Тезисы докл.симпоз. "Проблемы повышения эффективности территориальным управлением социалистическим производством". - Рига: Изд-во ЛГУ, 1985, - с.206.

