

Авторефер.
К 83

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КРОХАЛЕВ Александр Александрович

А.К. Крохалева

РАЗРАБОТКА НЕПРЕРЫВНОДЕЙСТВУЮЩЕГО АГРЕГАТА
ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СМЕСЕЙ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Специальность 05.18.12 -- процессы, машины и агрегаты пищевой
промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса 1992

Работа выполнена в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности

Научный руководитель:

доктор технических наук,
профессор В.Н.Иванец

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Л.И.Карнаушенко;
кандидат технических наук,
доцент В.В.Трубов

Ведущее предприятие:

научно-производственное
объединение "Пищепромавто-
матика", г.Одесса

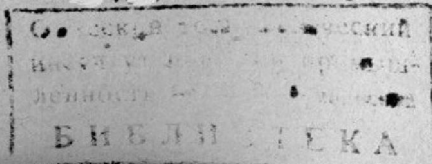
Защита диссертации состоится "20" января 1992 г. в
13 час. на заседании специализированного совета Д 068.35.01
при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им.
М.В.Ломоносова по адресу: 270039, Одесса, ул.Свердлова, 112.
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского тех-
нологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан "14" января 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
доктор технических наук, доцент

В.В.Егоров
В.В.Егоров

016909



НАХТ 02.04.13
Разработка непрерывн



v016909

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Главной задачей, поставленной перед народным хозяйством, является повышение темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, перевооружения и реконструкции производства. При этом большое внимание уделяется развитию перерабатывающих отраслей, связанных с удовлетворением насущных запросов трудящихся в рациональном и сбалансированном питании.

Существенное значение в указанных производствах занимают процессы по переработке сыпучих материалов, в частности, по приготовлению высококачественных смесей. Применение смесителей периодического действия характеризуется значительным объемом ручного труда, связанного с загрузкой, выгрузкой и очисткой. Смесители непрерывного действия обладают рядом существенных преимуществ по сравнению со смесителями периодического действия: высокая производительность, возможность полной автоматизации процесса приготовления смеси, небольшие энерго- и металлоемкость. Однако, до последнего времени смесители непрерывного действия не получили широкого применения в промышленности из-за сложности дозирования в них потоков сыпучих компонентов в строго заданных соотношениях. Оснащение непрерывно действующих смесителей высокоточными дорогостоящими питателями часто бывает экономически неоправданным. Существенным образом ограничивает применение смесителей непрерывного действия недостаток теоретических знаний в области процессов смешивания, что, в свою очередь, затрудняет определение рационального аппаратного оформления и режимов работы оборудования. В частности, недостаточно изучена взаимосвязь входных сигналов, формируемых дозаторами, и характеристик смесителей непрерывного действия на качество готовой смеси. Этим определяется актуальность решения задач по совершенствованию рабочих органов смесителей непрерывного действия как по конструкции, так и по выбору оптимальных режимов работы смесительного агрегата на основе экспериментальных и теоретических исследований с использованием математических моделей процесса смешивания.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами целевой общесоюзной научно-технической программы 0.38.06 "Создать и освоить производство продуктов детского питания и витаминизированных пищевых продуктов на основе научных принципов рационального и сбалансированного питания", утвержденной Постановлением ГКНТ СССР

№ 555 от 30.10.85г. (тема Л.04.11 "Разработать и испытать опытно-промышленный комплект оборудования для дозирования и смешения микродобавок витаминов"), комплексной научно-технической программы "Продовольствие", приказ Минвуза РСФСР № 190 от 30.06.85г. (тема 06.63 "Разработка непрерывнодействующих смесительных агрегатов для приготовления высококачественных смесей порошкообразных комбинированных продуктов питания") и целевой комплексной программы ОЦ.013, утвержденной постановлением ГКНТ, Госплана СССР и президиума АН СССР от 18.12.81 № 492/245/164.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является разработка высокоэффективного непрерывнодействующего агрегата центробежного типа для получения качественных смесей сыпучих материалов на основе теоретических и экспериментальных исследований процесса смешения и взаимного влияния сигналов дозаторов и центробежного смесителя непрерывного действия на качество выходящего потока готовой смеси. Исходя из поставленной цели сформулированы следующие задачи: формирование и математическое описание функционально-структурной схемы агрегата и разработка метода ее исследования; разработка новых конструкций смесителя непрерывного действия и дозирующих устройств объемного типа; проведение анализа результатов физического и машинного моделирования системы смеситель-диспергатор.

Научная новизна работы. Создана математическая модель непрерывнодействующего смесительного агрегата центробежного типа с регулируемой накопительной способностью; позволяющая на основе ее анализа назначать рациональные режимы совместной работы дозаторов и смесителя; выявлены качественные и количественные закономерности сглаживания дискретных входных воздействий смесителем непрерывного действия с разными инерционными свойствами.

Практическая ценность и реализация результатов. Разработанный автором центробежный смеситель непрерывного действия вошел в состав комплексной работы "Смесительный агрегат с приборами", которая экспонировалась в 1986г. на ВДНХ и была награждена бронзовой медалью. При непосредственном участии автора разработано аппаратное оформление процесса непрерывного смешивания витаминизированной муки, в технологическую линию которого входит центробежный СМД с регулируемой накопительной способностью. В 1988г. на ВДНХ экспонировалась работа "Центробежный смеситель сыпучих материалов", выполненная на основе а.с. № 997776, 1278236. Смеситель награжден серебряной медалью. Центробежный смеситель дважды экспонировался на Всероссийских выставках НТМ-ХI и НТМ-ХII, где был награжден

ломами. Смеситель использован в технологических схемах для получения посолочных композиций во ВНИКИМП, г.Москва и при витаминизации мясных изделий в МИПБ, г.Москва. На ПО "Алмаз (г.Ереван) в составе смесительного агрегата внедрен центробежный смеситель непрерывного действия и дозаторы объемного типа для приготовления алкомоорганической шихты с фактическим экономическим эффектом в размере 229 тыс.рублей. Автор был награжден серебряной медалью за работу "Порционный дозатор объемного типа", которая экспонировалась на ВДНХ в 1991г. Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе кафедры процессов и аппаратов пищевых производств Кемеровского технологического института пищевой промышленности при курсовом и дипломном проектировании.

На защиту выносятся: математическое описание процесса непрерывного смешивания с использованием методов цифрового машинного моделирования, позволяющих в диалоговом режиме подобрать рациональные режимы работы непрерывнодействующего смесительного агрегата центробежного типа; результаты исследования сглаживания входных воздействий, формируемых дозирующими устройствами; новые конструкции дозирующих устройств объемного типа и центробежного смесителя с регулируемой накопительной способностью, позволяющие получать смеси заданного качества.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на: ежегодных научных конференциях Кемеровского технологического института пищевой промышленности (1982-1991); Всесоюзной научно-технической конференции "Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания", Москва, 1988; Всесоюзной научно-технической конференции "Технология сыпучих материалов Химтехника-89", Ярославль, 1989; Всесоюзном совещании "Реализация научно-технической программы "Витаминизация пищи", Углич, 1990; Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания", Харьков, 1990; Всесоюзной научно-технической конференции "Теоретические и практические аспекты применения ИФХМ с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевых производств", Москва, 1990; Всесоюзной научной конференции "Механика сыпучих материалов", Одесса, 1991.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 23 работ, в том числе 3 авторских свидетельства. Есть положительные решения к заявкам на изобретения.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы и приложения,

включает 61 рисунок, 6 таблиц. Основной текст изложен на 118 страницах машинописного текста, приложения на 46 стр. Список литературы включает 110 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность и сформулирована цель работы, приведена ее общая характеристика.

В первой главе проведен анализ научно-технической и патентной литературы по вопросам, связанным с повышением эффективности процесса смесеобразования в аппаратах непрерывного действия и приведено обоснование выбора в качестве объекта исследования СНД центробежного типа, обладающего регулируемой способностью сглаживать флуктуации мгновенных расходов входных потоков. Проведен анализ современного состояния математического описания непрерывного процесса смешения сыпучих материалов и показана целесообразность использования при моделировании процесса смешения кибернетического метода с применением элементов вероятностного. Повышение сглаживающей способности СНД позволит использовать в составе смесительного агрегата дозирочно-питающее оборудование объемного типа, выгодно отличающееся от аналогичного оборудования весового типа низкой стоимостью, простотой в изготовлении и эксплуатации.

Во второй главе рассматривается математическое описание процесса смесеприготовления сыпучих материалов на основе кибернетического подхода. Интерпретируя смесительный агрегат динамической системой с известной топологией можно использовать методы цифрового моделирования динамических систем на базе автоматизированного комплекса СМ ЭЕМ. Объектом исследования явились системы, включающие в себя СНД и дозирующий блок, создающего входные воздействия на смеситель по форме типа прямоугольная волна. При изучении такого рода сигналов была использована Фурье-модель представления входных воздействий как наиболее целесообразная в случае чередования интервалов загрузки и паузы с заданной величиной скважности, что на практике соответствует подаче материала в смеситель порционным дозатором. Выражая сигнал входной концентрации типа прямоугольная волна в виде спектра нефазированных гармонических составляющих, которые образуют ряд Фурье, свеем спектральный анализ периодических сигналов загрузки $c(t)$ к определению коэффициентов a_0, a_k, b_k ряда Фурье

$$c(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos 2\pi f_k \kappa t + b_k \sin 2\pi f_k \kappa t), \quad (1)$$

где $f_k = \frac{2\pi k}{T}$ - частота повторения интервала загрузки;
 T - период следования импульсов загрузки;

Коэффициенты ряда Фурье для периодического сигнала $c(t)$, заданного на интервале $[0, T]$ определяются с учетом времени ввода дозы в смеситель $\tau_{вх}$ и скважности $\ell = T/\tau_{вх}$.

$$a_0 = \frac{2c}{\ell}; \quad a_k = \frac{c}{\pi k} \sin \frac{2\pi k}{\ell}; \quad b_k = \frac{c}{\pi k} (1 - \cos \frac{2\pi k}{\ell}) \quad (2)$$

Функционально-структурная схема (рис.1) при работе с СНД без ретрикла включает в себя блок дозаторов (D_1, D_2, \dots, D_n), количество которых зависит от рецептурного состава приготавливаемой смеси.

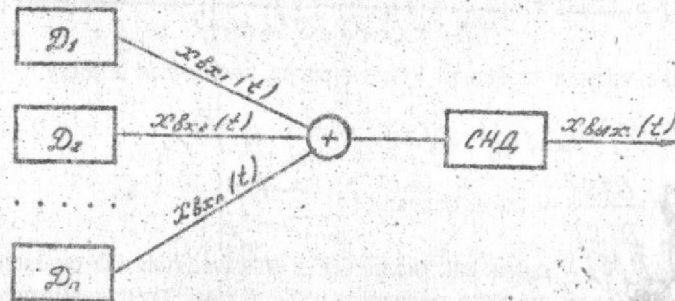


Рис.1. Функционально-структурная схема агрегата.

Передачную функцию (ПФ) всей системы $W_0(s)$ можно рассчитать, используя законы преобразования структурных схем:

$$W_0(s) = W_0(s) \cdot \sum_{i=1}^{i=n} W_{Di}(s), \quad (3)$$

где $W_0(s)$ - передаточная функция СНД;
 $W_{Di}(s)$ - передаточная функция i -го дозатора.

Моделируя реальный смеситель сочетанием звеньев чистого запаздывания и инерционных, его фильтрующие свойства можно охарактеризовать годографами частотных передаточных функций, которые, в свою очередь, можно представить звеном первого порядка:

$$W_c(s) = \frac{K_c}{T_c \cdot s + 1}, \quad (4)$$

где K_c, T_c — соответственно, коэффициент передачи и постоянная времени СЧД.

Представляя действительный сигнал $c(t)$ порционного дозатора как сумму постоянного и гармонического сигналов, изображение по Лапласу его расхода

$$c(t) = c_m \sin \omega t + \frac{c_{\text{ан}}}{2} = \frac{c_m \omega 2s + c_{\text{ан}} (s^2 + \omega^2)}{2s(s^2 + \omega^2)}. \quad (5)$$

Таким образом, выражение (5) характеризует передаточную функцию дозатора $W_D(s)$. Тогда, в общем виде ПФ системы (рис.1) будет иметь вид

$$W_s(s) = \frac{K_c \cdot 2s(s^2 + \omega^2) + (T_c s + 1)[c_m \omega 2s + c_{\text{ан}}(s^2 + \omega^2)]}{(T_c s + 1) 2s(s^2 + \omega^2)} \quad (6)$$

В этом случае сигнал выходной концентрации запишется в виде

$$\mathcal{L}[x_{\text{вых}}(t)] = \mathcal{L}[x_{\text{вх}}(t)]_{\text{ПФ}} \cdot W_c(s), \quad (7)$$

где $W_a(s) = \frac{G(s)}{D(s)}$ — ПФ смесителя;

$G(s), D(s)$ — полиномы числителя и знаменателя ПФ смесителя.

Следующий этап анализа смесительной системы предусматривает формирование моделей исследуемых структур в виде сигнального графа, который вводится в ЭВМ в диалоговом режиме.

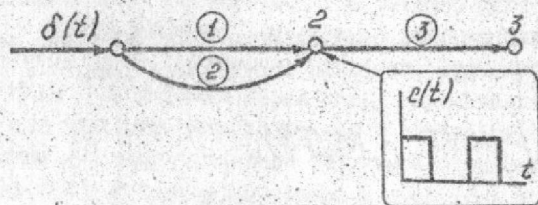


Рис.2. Схема сигнального графа смесительного агрегата.

На рис.2 дуга 1 — ПФ фиктивного звена, определяющего переменную составляющую потока $c_m = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$; дуга 2 — ПФ фиктивного звена вида $\frac{c_{\text{ан}}}{2s}$; дуга 3 — ПФ смесителя $\frac{K_c}{T_c s + 1}$.

В памяти ЭВМ формируется определенная топологическая структу-

ра, соответствующая реальному составу системы. Определение частотных и временных характеристик системы производится с применением числовых методов машинного анализа.

В третьей главе рассматриваются вопросы аппаратного и методического обеспечения экспериментальных исследований. Для изучения непрерывнодействующего смесительного агрегата сыпучих материалов был разработан стенд, включающий в себя центробежный СЧД; блок дозаторов-питателей, блок управления и измерительных приборов и блок сбор и анализа проб. Основным объектом исследования являлся центробежный СЧД с регулируемой накопительной способностью, защищенный а.с. № 997776.

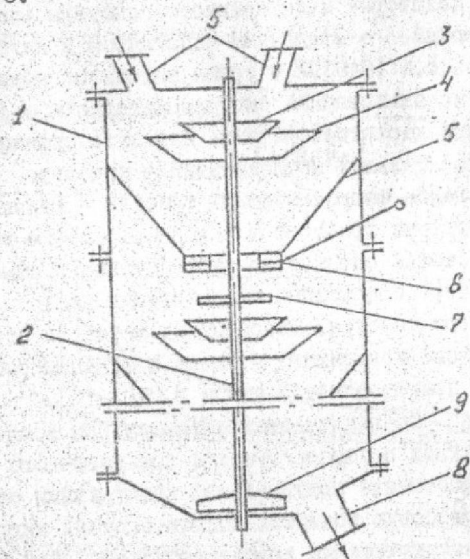


Рис.3. Схема центробежного СЧД с регулируемой накопительной способностью а.с.997776.

В цилиндрическом корпусе смесителя (рис.3) 1, составленном из нескольких царг, на общем валу 2, получающем вращение от электродвигателя, укреплены пакеты роторов, состоящих из верхней 3 и нижней 4 конических тарелок. Смешиваемые компоненты через входные патрубки 5 поступают одновременно на нижнюю и верхнюю тарель ротора. Под действием центробежных сил инерции частицы материала поднимают-

ся по конусу и затем сбрасываются в виде пылевидного факела на воронку 5. Смешивание происходит в факеле и на внутренней поверхности воронки. Сползающий по воронке 5 материал может быть приторможен за счет уменьшения проходного сечения диафрагмы 6 по выходу из которой он снова разбрасывается диском 7 и поступает на следующий ротор и т.д. до выходного патрубка 8, из которого готовая смесь выгружается радиальной лопастью 9. Изменяя площадь живого сечения диафрагмы можно регулировать накопительную способность смесителя, и, следовательно, можно воздействовать на качество конечного продукта. Блок дозирочно-питающего оборудования укомплектован дозаторами объемного типа непрерывного действия (шнековый, сетчатый, спиральный и тарельчатый дозаторы) и дискретного действия (порционный, шиберный, пневматический, с наклонным капилляром и плунжерный дозаторы), защищенные а.с.№ 1648832 и тремя положительными решениями. При исследованиях использовались сыпучие материалы с различными физико-механическими характеристиками. Для интенсификации процесса проведения экспериментальных исследований в качестве ключевого компонента использовался ферромагнитный трассер - железный порошок. Регистрация концентрации трассера в выходящем потоке готовой смеси осуществлялась с помощью специально разработанного измерительного прибора, работа которого основана на измерении частоты колебаний индуктивно-емкостного контура. Разработаны методики определения концентрации ключевого компонента в смеси и функции распределения времени пребывания приготовляемой смеси в СМД.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям разработанных конструкций и комплектующего дозирочно-оборудования. Показано, что разработанные оригинальные конструкции объемных дозаторов обеспечивают высокую точность подачи сыпучих ингредиентов с различными физико-механическими характеристиками. Для всестороннего анализа работы смесеприготовительного агрегата графоаналитическим методом были определены передаточные функции смесителя. Их выражения, вычисленные для различных положений диафрагмы, регулирующей накопительную способность аппарата, приведены в табл. I.

Математическую модель смешивания вводили в СМ ЭЕМ в виде сигнального графа (рис. 2) и проводили ее полный анализ во временной и частотных областях с использованием специального комплекса диалоговых программ.

При сравнении амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) смесителя установлено, что с увеличением частоты входных сигналов сглаживающая способность аппарата существенно возрастает, причем наи-

более интенсивный рост сглаживающей способности наблюдается при уменьшении степени открытия диафрагмы. Однако увеличение частоты выше $0,08 + 0,1 \text{ с}^{-1}$ нецелесообразно в связи с заметным увеличением фазового сдвига, что, в свою очередь, приводит к возрастанию длительности процесса смешивания для достижения заданного качества смеси.

По результатам машинного моделирования рассчитаны частотные характеристики системы (рис. 4) и построены голографы передаточных функций центробежного СМД с регулируемой накопительной способностью (рис. 5).

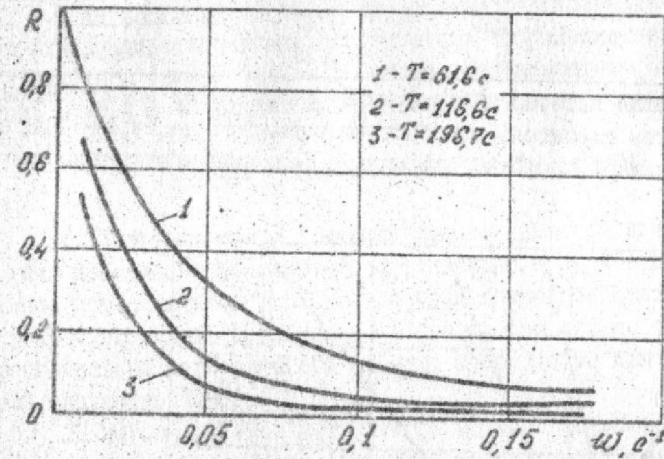


Рис. 4. АЧХ центробежного СМД.

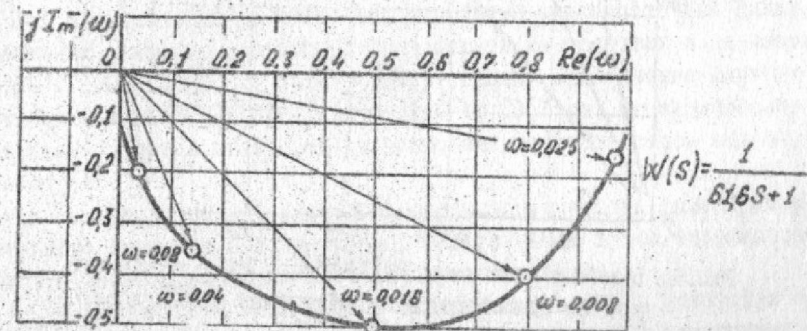


Рис. 5. Голограф частотной ПФ центробежного СМД

летательными и с положительными решениями. Определены их пределы много типа, техника новая которая записана в английском языке.

4. Преложены концы линии центробежного СЧД и логарифм отбора частотного режима работы блока логарифмов.

3. Установлена возможность оптимизации работы смесительного аппарата при линейной нагрузке СЧД путем направленного выбора частотного режима работы блока логарифмов.

2. На основе кинематического метода разработаны математические модели непрерывной обработки сигналов с помощью частотно-временного анализа. Установлено, что на частотах, начиная с 0,1 с и выше СЧД работает как идеальный низкочастотный фильтр. В реальных условиях целесообразно работать на частотах в диапазоне 0,08...0,1 с, что обеспечивает степень сглаживания флуктуаций выходных сигналов в пределах от 6,2 до 18,7 раз (в зависимости от степени открытия дифракции) и позволяет получать смесь заданного качества.

1. Получена математическая модель функционально-структурной схемы непрерывной обработки сигналов с помощью центробежного типа, когда на вход в СЧД со стороны логарифмов поступают сигналы дискретного вида; предложены в логарифмическом режиме с СЧД методы рациональные параметры его работы, необходимые для получения смеси заданного качества.

ВЫВОДЫ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Получены математические модели функционально-структурной схемы непрерывной обработки сигналов с помощью центробежного типа, когда на вход в СЧД со стороны логарифмов поступают сигналы дискретного вида; предложены в логарифмическом режиме с СЧД методы рациональные параметры его работы, необходимые для получения смеси заданного качества.

В пятой главе показано практическое использование результатов работы. Внутреннее новое аппаратное оформление позволило сократить потери сигнала, уменьшить число обслуживаемого персонала и повысить экономический эффект 229 тысяч рублей.

Целью определения рациональных условий проведения процесса смешивания был выполнен полный факторный эксперимент 2⁴, в ходе реализации которого и обработки полученных данных была получена математическая модель в виде уравнения регрессии. Анализ уравнения позволил определить факторы, наиболее влияющие на параметр оптимизации (коэффициент неоднородности). К ним относятся время пребывания материала в смесителе, ретулировка дифракции и весовая концентрация при распределении скорости вращения пакета роторов. Незначительно повышается качество смеси, но приводит к существенному росту энергозатрат. Целесообразно использовать не более трех пакетов роторов.

На основании их анализа определены значения частот сигналов логарифмов для обеспечения требуемых величин сглаживания (табл.1).

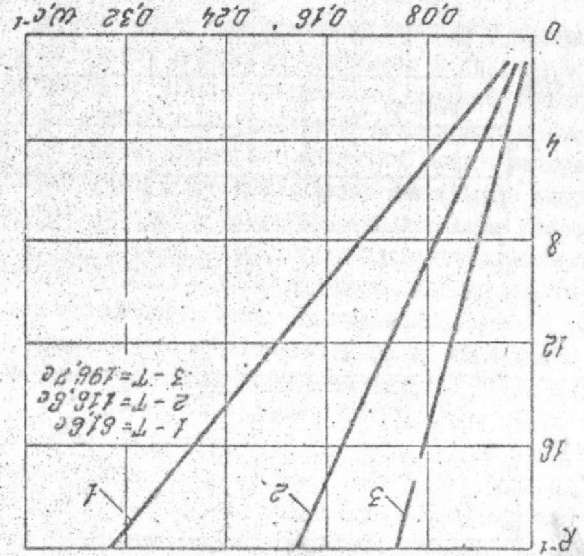
Таблица 1
Степень сглаживания, μ
Частота логарифмового сигнала, ω

2	0,028	0,014	0,0082
5	0,077	0,04	0,025
10	0,015	0,065	0,061
20	0,326	0,17	0,11
25	0,4	0,23	0,14

Графическая интерпретация (рис.6) результатов моделирования показывает, что смеситель тем скорее действует на переменный входной сигнал, чем меньше величина половинной времени.

ни 1.

Рис.6. Влияние временных параметров СЧД и заданного уровня сглаживания на частотный режим логарифмирования.



чные функции и выявлены основные параметры, оказывающие наибольшее влияние на качество смеси. Экспериментальная проверка результатов машинного моделирования смесительных агрегатов подтвердила адекватность разработанных математических моделей процессу смешения сыпучих материалов.

5. Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы для создания промышленного образца центробежного смесителя новой конструкции, защищенного авторским свидетельством. Смеситель использован при аппаратурном оформлении стадий смешения в технологических схемах для получения: а) посолочных композиций (ВНИКИМТ, г. Москва); б) витаминизации мясных изделий (институт прикладной биотехнологии, г. Москва); в) алмазоорганической шпиги (производственное объединение "Алмаз", г. Ереван). Суммарный экономический эффект от внедрения составил 229 тыс. рубле в год.

ПЕРЕЧЕНЬ ПУБЛИКАЦИЙ

Основное содержание диссертации опубликовано в 23 научных трудах.

1. Метод определения качества смеси /А.С. Курочкин, Г.С. Сулейн, А.А. Крохалев//Тез. докл. конф. молодых ученых г. Кемерово.-Кемерово.-1982.-С.141.

2. А.с. 997776 СССР, МКИ⁸ в ОI F 7/26; в 28 С 5/16. Центробежный смеситель порошкообразных материалов /А.С. Курочкин, В.Н. Иванец, Г.С. Сулейн, А.А. Крохалев (СССР)-№ 3383241/29-33. Заявл. 05.01.82; опубл. 23.02.83, бюл. № 7.

3. А.с. 1115790 СССР МКИ⁸ в ОI F 11/00. Вибрационный смеситель /А.С. Курочкин, В.Н. Иванец, А.А. Крохалев, Ю.А. Коршиков (СССР)-№ 3567541/23-21.- Заявл. 25.03.83; опубл. 30.09.84, бюл. № 36.

4. Применение вибрационных смесителей непрерывного действия в процессе получения фенопластов /А.С. Курочкин, В.Н. Иванец, А.А. Крохалев и др.//Тез. докл. координационного совещания по фенопластам.-Кемерово.-1985.-С.68-69.

5. К вопросу о непрерывном методе анализа качества смесей сыпучих материалов/Г.С. Сулейн, А.С. Курочкин, А.А. Крохалев //Тез. докл. конф. молодых ученых г. Кемерово.-Кемерово.-1982.-С.141.

6. Крохалев А.А., Иванец Р.Е., Плотников В.А. Разработка и исследование дозаторов объемного типа для трудносыпучих материалов //Научн. тр. Кузбасский политехн. ин-т, - 1987.-Вып.1.-С.3-11.

7. Разработка и усовершенствование конструкций дозаторов объемного типа для порошкообразных материалов /В.Н. Иванец, А.А. Крохалев //Тез. докл. Всес. конф. "Применение аппаратов порошковой технологии и процессов термосинтеза в народном хозяйстве".-Томск.-1987.-С.134-135.

8. Использование центробежных смесителей-диспергаторов в процессе получения витаминизированных продуктов питания /А.С. Курочкин, В.Н. Иванец, А.А. Крохалев и др.//Тез. докл. III Всес. научно-техн. конф. "Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания"-М.-1988.-С.454-455.

9. Разработка новых конструкций дозаторов объемного типа для подачи порошкообразных материалов в производстве комбинированных продуктов питания /А.А. Крохалев, А.Г. Пимаков, С.И. Батурина //Матер. Всес. научно-техн. конф. "Социально-экономические проблемы достижения коренного перелома в эффективности развития производительных сил Кузбасса".-Кемерово.-1989.-С.68-71.

10. Усовершенствование конструкции объемных дозаторов сыпучих материалов /А.А. Крохалев, А.Г. Пимаков//Тез. докл. Всес. конф. "Технология сыпучих материалов".-Ярославль.-1989.-С.61-62.

11. Крохалев А.А., Менх В.Г., Курочкин А.С. Дозирующий питатель-транспортёр с гибким исполнительным органом //Научн. тр. Кузбасский политехн. ин-т.-1989.-Вып.2.-С.79-81.

12. Конструктивное совершенствование шнекового дозатора /А.Г. Пимаков, А.А. Крохалев //Тез. докл. Всес. совещания "Реализация научно-технической программы "Витаминизация пищи".-Углич.-1990.-С.181-182.

13. Разработка многокомпонентного блока дозаторов /В.Н. Иванец, А.А. Крохалев, А.Г. Пимаков //Тез. докл. Всес. совещания "Реализация научно-технической программы "Витаминизация пищи".-Углич.-1990.-С.182-184.

14. Дозатор вязких жидкостей /А.Г. Пимаков, А.А. Крохалев //Тез. докл. Всес. конф. "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания".-Харьков.-1990.-С.436-437.

15. Разработка порционных дозирующих устройств /А.А. Крохалев, А.Б. Шушпанников, Л.М. Лодухинский //Тез. докл. Всес. конф. "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания".-Харьков.-1990.-С.437-438.

16. Дозатор прошков /В.Н. Иванец, А.Г. Пимаков, А.А. Крохалев//Тез. докл. III Всес. конф. "Теоретические и практические аспекты применения ИХМ с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевых производств".-Москва.-1990.-С.60-61.

17. Интенсификация процесса смешивания сыпучих материалов в центробежном смесителе /А.А.Крохалев, В.Н.Иванец, Ю.А.Коршиков// Тез.докл.Ш Всес.конф. "Теоретические и практические аспекты применения ИОХМ с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевых производств".-Москва.-1990.-С.62-63.

18. А.с. 1648832 СССР МКИ⁵ В 65 В I/10. Дозатор /В.Н.Иванец, А.Г.Пимаков, В.И.Полтавцев, А.Ю.Пшеленский, А.Б.Шушпанников, А.А.Крохалев (СССР)- № 4708129/13. Заявл.21.06.89; опубл.15.05.91.

19. Крохалев А.А., Пимаков А.Г. К вопросу приготовления сыпучих смесей с малыми добавками жидкостей //Научн.тр. Кемеровский технологический ин-т пищевой промышленности.-1991.-С.98-102.

20. Моделирование процесса смесеприготовления дисперсных материалов в центробежном смесителе при порционной загрузке /А.А.Крохалев //Тез.докл. IУ Всес.научно-техн.конф. "Разработка комбинированных продуктов питания".-Кемерово.-1991.-С.31-33.

21. Гибкий шнек усовершенствованной конструкции /В.Г.Менх, А.А.Крохалев, А.Н.Потапов //Тез.докл.Республ.научно-техн.конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования - новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК".-Киев.-1991.-С.429.

22. Дозатор вязких жидкостей /А.Г.Пимаков, А.А.Крохалев, В.Д.Шенер //Тез.докл.Республ.научно-техн.конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК".-Киев.-1991.-С.424.

23. Прибор и методика измерения концентрации ферромагнитного трассера в смеси /А.А.Крохалев, А.Б.Шушпанников, Б.А.Федосенков, В.И.Судаков //Тез.докл.У Всес.конф. "Механика сыпучих материалов". - Одесса.-1991.-С.44.

№ 16909

