

Автор едр.

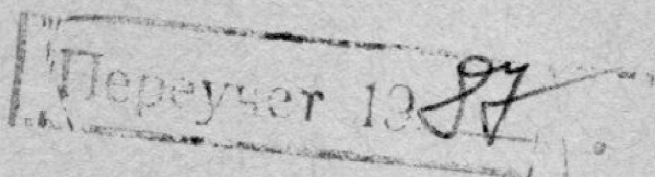
с 91

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Л. А. СУХОЙ



**ИССЛЕДОВАНИЕ
ОРИЕНТИРУЮЩЕ-ПИТАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ШТУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Специальность 175. Машины и аппараты пищевой
промышленности

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса, 1968

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Л. А. СУХОЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ
ОРИЕНТИРУЮЩЕ-ПИТАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ШТУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Специальность 175. Машины и аппараты пищевой
промышленности

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

0001517

Одесса, 1968

Одесский технологический институт

им. М. В. Ломоносова

БИБЛИОТЕКА

Работа выполнена в Украинском научно-исследовательском и конструкторском институте продовольственного машиностроения.

Научный руководитель
кандидат технических наук,
доцент

Б. Е. БРОЙДО

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук,
профессор

Г. А. МАРШАЛКИН

2. Кандидат технических наук,
доцент

Г. Д. ГАЛЬПЕРИН

Ведущее предприятие — Всесоюзный научно-исследовательский и экспериментально-конструкторский институт продовольственного машиностроения.

Автореферат разослан « _____ » _____ 1968 г.

Защита диссертации состоится « _____ » _____ 1968 г.

на заседании Ученого Совета Одесского технологического института имени М. В. Ломоносова.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах с подписью заверенной печатью учреждения, просим направлять в Ученый Совет института по адресу: г. Одесса-39, ул. Свердлова, 112, Технологический институт имени М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь Совета

Л. А. ЗАПОРОЖЕЦ

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966-1970 г.г. предусматривается дальнейшее увеличение выпуска пищевых продуктов в расфасованном и упакованном виде.

В пищевой промышленности значительное место занимают штучные пищевые изделия. Наибольшее количество упаковываемых штучных изделий приходится на кондитерскую промышленность.

Настоящая диссертационная работа посвящена исследованию ориентирующе-питающих устройств заверточных и упаковочных автоматов для штучных кондитерских изделий.

Ориентирующе-питающим устройством заверточных и упаковочных автоматов будем называть комплекс механизмов и приспособлений для подачи изделий в систему внутреннего транспорта автомата с ориентированием их в пространстве и во времени.

Выбор в качестве объекта исследования ориентирующе-питающих устройств вызван тем, что, как показывает анализ отечественного и зарубежного упаковочного оборудования, именно эти устройства лимитируют его производительность.

Диссертация явилась результатом ряда научно-исследовательских работ, выполненных автором в научно-исследовательской лаборатории заверточных и упаковочных автоматов института УкрНИИпродмаш.

Работа состоит из введения, семи глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Объем работы 203 стр. машинописного текста и 97 рисунков.

ГЛАВА I.

Состояние вопроса и задачи исследования.

Вопросам теории и конструирования ориентирующих и питающих устройств в машиностроении и приборостроении посвящены работы В. П. Боброва, Н. И. Камышного, Д. Д. Малкина, А. Н. Малова, М. В. Медвидя, В. А. Повидайло, В. Ф. Прейса, А. Н. Рабиновича, В. А. Яхимовича и др.

Значительные успехи достигнуты в развитии теории ориентирования и создания ориентирующе-питающих устройств в легкой промышленности благодаря работам С. С. Вахновского, Д. Я. Ильинского, И. И. Капустина, Г. А. Пискорского, Л. А. Тонковиды.

Несмотря на широкое использование заверточного и упаковочного оборудования в пищевой промышленности создание новых образцов оборудования основывалось на накопленном конструкторском опыте и проводилось в большей части путем поисков и проб. Только в последние годы, благодаря работам советских ученых и инженеров Д. В. Аристова, В. Я. Белецкого, Б. Е. Бройдо, Ю. В. Бурляя, А. Ф. Гнатовского, О. Г. Лунина, Г. А. Маршалкина, В. В. Симутенко, Г. Е. Цейтлина, А. Я. Черноиванника, В. З. Шапрана, В. Н. Шувалова и др. наметились общие тенденции развития заверточных и упаковочных автоматов для штучных пищевых изделий и основные вопросы теоретических основ их проектирования.

В диссертационной работе ставилась задача исследования ориентирующе-питающих устройств для штучных кондитерских изделий с вибрационными и ленточными транспортирующими системами, позволяющих осуществлять питание автоматов от технологической линии производства, что является наиболее перспективным.

Решение этой задачи должно включать:

- а) проведение классификации ориентирующе-питающих устройств и штучных изделий;
- б) исследование ориентирования изделий вдоль ориентирующих поверхностей и в ориентирующих каналах;
- в) определение величин коэффициентов трения кондитерских изделий;
- г) исследование вибрационного перемещения штучных кондитерских изделий;
- д) выявление возможных путей повышения производительности заверточных и упаковочных автоматов.

ГЛАВА II.

Классификация изделий и ориентирующе-питающих устройств. Терминология.

Штучные кондитерские изделия классифицированы по трем основным признакам: форме, соотношению размеров и физико-механическим свойствам. Принадлежность изделий к той или иной классификационной группе определяет принципиальную схему ориентирующе-питающего устройства.

Ориентирующе-питающие устройства структурно рассматриваются как совокупность функциональных систем рабочих органов, каждая из которых выполняет одну или несколько определенных операций. Все функциональные системы разделены на основные, вспомогательные и дополнительные.

Проведена классификация отдельных систем по их наиболее характерным и общим признакам с иллюстрацией ее типовыми примерами.

ГЛАВА III.

Исследование ориентирования изделий в ориентирующих каналах.

Процесс ориентирования изделий в ориентирующем канале можно рассматривать происходящим в следующие три этапа: а) ориентирование изделия вдоль направляющей входного участка канала (I этап); б) движение ориентированного изделия вдоль направляющей (II этап); в) вход изделия в участок канала постоянной ширины (III этап).

Уравнение движения изделий на первом этапе при статистическом ориентировании имеет следующий вид:

$$\ddot{\varphi}_1 + \operatorname{ctg}(\varphi_0 + \varphi) \cdot \dot{\varphi}_1^2 = 2 \frac{gf_1}{c} \cdot \frac{[\operatorname{Cos}\beta - f_0 \operatorname{Sin}\beta] \operatorname{Cos}(\varphi_0 + \varphi) - \operatorname{Cos}(\beta + \varphi_0 + \varphi)}{\operatorname{Sin}^2(\varphi_0 + \varphi)}, \quad (1)$$

где

$\varphi_1, \dot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_1$ — угол поворота, скорость и ускорение при повороте изделия на первом этапе; g — ускорение силы тяжести;

φ_0 — угол между нормалью к направляющей и диагональю изделия в исходном положении; f_n — коэффициент трения изделия по ленте транспортера; f_0 — коэффициент трения изделия по направляющей; c — размер диагонали изделия; β — угол между направлением движущей силы и направляющей.

При постоянном угле β из уравнения (1) получена формула для определения времени ориентирования:

$$t_1 = \frac{1}{2\sqrt{\frac{gf_n}{c}}} \int_0^{\varphi_1} \frac{\sin(\varphi_0 + \varphi) \cdot d\varphi}{\sqrt{(\cos\beta - f_0 \sin\beta) [\sin(\varphi_0 + \varphi) - \sin\varphi_0] - \sin(\beta + \varphi + \varphi_0) + \sin(\varphi + \beta_0)}} \quad (2)$$

где φ_1 — угол поворота изделия до ориентированного положения.

С целью получения более простых расчетных формул сделано допущение, что скорость перемещения изделия на первом этапе постоянна, тогда время ориентирования

$$t_1 = \frac{c}{2V_n \cdot \sin\alpha \cdot \cos\beta} \int_0^{\varphi_1} \sin(\beta + \varphi_0 + \varphi) d\varphi \quad (3)$$

где V_n — скорость ленты транспортера; α — угол между направляющей и направлением движения изделия.

Время движения изделия на втором этапе

$$t_{II} = \frac{L_n - x_1 \cdot t_1 + \frac{1}{2}(1 - f_0 b) \sin\beta}{V_n \sin(\beta - \alpha)} \quad (4)$$

где

L_n — длина направляющей входного участка канала;
 l, b — длина и ширина изделия.

Движение изделий на третьем этапе описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\ddot{x}_m - gf_n [\cos(\beta - \varphi) - f_0 \sin(\beta - \varphi)] - 2f_0 \dot{\varphi}_m \dot{x}_m - x_m (\dot{\varphi}_m^2 + f_0 \ddot{\varphi}_m) - \frac{b}{2} (f_0 \dot{\varphi}_m^2 - \ddot{\varphi}_m) = 0 \quad (6)$$

$$I_c \ddot{\varphi}_m = N \left(x_m + f_0 \frac{b}{2} \right) \quad (7)$$

где $\ddot{\varphi}_m, \dot{\varphi}_m, \ddot{x}_m, \dot{x}_m$ — ускорение и скорость вращательного и поступательного перемещений изделия на третьем этапе; I_c — момент инерции изделия относительно оси, проходящей через центр тяжести; N — нормальная реакция направляющей.

Принимая для упрощения расчетов скорость поступательного перемещения постоянной и равной полусумме скоростей в начале и конце этапа, время ориентирования можно определить по формуле

$$t_{III} = \frac{l + f_0 b}{\dot{x}_{II} + V_n} \quad (8)$$

где \dot{x}_{II} — скорость поступательного перемещения ориентированного изделия вдоль направляющей на втором этапе.

В диссертации приведены формулы для определения скорости и пути перемещения изделия для всех этапов ориентирования.

При перемещении изделий в круговых каналах при статическом ориентировании получены следующие формулы для определения максимально возможного угла поворота φ_3 и времени t поворота изделия в круговом канале на любой угол

$$\varphi_3 = \arctg \frac{R_0}{f_0 R} + \frac{\frac{\pi}{2} - \arctg \frac{R_0}{f_0 R}}{\left(e^{\frac{\pi K_1}{2}} - 1 \right)} K_1 \left(\frac{V_n}{R_0} \right)^2 \quad (9)$$

$$t = \frac{R_0}{V_d} \varphi_3 \ln \frac{\varphi_3}{\varphi_3 - \varphi} \quad (10)$$

где K_1 , E_2 — постоянные коэффициенты;

$$K_1 = 2f_0 \frac{R}{R_0}$$

$$E_2 = 2gf_d f_0 \frac{R}{R_0^2}$$

R — радиус наружной направляющей кругового канала; R_0 — радиус-вектор, проведенный из начала координат в центр тяжести изделия.

В работе приведены также формулы для определения конструктивных размеров ориентирующих каналов из условия прохождения в них изделий без заклинивания и потери ориентации. Применимость полученных расчетных формул проиллюстрирована числовыми примерами.

Были выполнены экспериментальные исследования ориентирования изделий вдоль прямолинейных и круговых направляющих и в круговых каналах при статическом и динамическом ориентировании.

Исследования проводились на специально спроектированных экспериментальных установках, над транспортирующей поверхностью которых крепились рамки с различными направляющими.

Переменными параметрами при исследовании были приняты: скорость перемещения изделий (0,05—0,4 м/сек), угол между направлением движения изделий и прямолинейной направляющей или касательной к круговой направляющей в точке встречи изделия с ней (15—75°), радиус круговых направляющих (75—500 мм), направление и амплитуда колебаний направляющих (0,1—0,5 мм).

Для исследования процесса ориентирования и определения его основных параметров проводилась скоростная киносъемка кинокамерой СКС-1м и обычная киносъемка процесса ориентирования кинокамерой «Киев-16С-3» с последующей кадровой обработкой киноплёнки.

Показателями, характеризующими процесс ориентирования изделий вдоль направляющих, являлись: время от момента встречи изделия с направляющей до момента, когда изде-

лие ориентируется вдоль неё и проходимость при этом вдоль направляющей путь. При исследовании поворота изделий в круговых каналах определялся максимально возможный угол поворота и угловая скорость перемещения изделия в канале.

Необходимое число повторностей опыта выбиралось из условия, чтобы предельная ошибка выборки не превышала заранее заданной величины отклонения от средней. Для оценки резко выделяющихся значений эксперимента использовалось сравнение результатов по квантилям распределения дробей типа Стьюдента.

Результаты экспериментальных исследований обобщены в виде приведенных в работе графиков и таблиц.

Экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических исследований и приемлемость сделанных допущений.

В таблице 1 в качестве примера приведено сопоставление аналитически и экспериментально определенных значений максимальных углов поворота и времени поворота на 45° глазированных шоколадом конфет в неподвижных круговых каналах при скорости ленты транспортера 0,2 м/сек.

Сопоставление аналитически и экспериментально определенных параметров ориентирования

Таблица 1

Радиус кругового канала R , мм	Максимальный угол поворота φ_3^0		Время поворота t , сек.	
	расчетный	экспериментальный	расчетное	экспериментальное
1	2	3	4	5
175	67,4	65,9	1,16	1,04
275	67,8	64,9	1,72	1,75
375	68,0	62,3	2,33	2,70
475	68,0	62,4	2,99	3,00

Было предложено и испытано вибрационное поворотное устройство, осуществляющее одновременный поворот нескольких ориентированных потоков изделий на любой угол с почти постоянной скоростью перемещения.

В результате экспериментальных исследований получены числовые значения исходных параметров, необходимые для расчета ориентирующих устройств с прямолинейными и круговыми направляющими.

ГЛАВА IV

Исследование соединения нескольких потоков изделий в один поток.

Соединение потоков наиболее просто может быть осуществлено ориентирующими каналами, входные участки которых образованы прямолинейными направляющими, поставленными под углом друг к другу.

В диссертации приведены системы неравенств, обеспечивающие соединение без заторов двух, трех и четырех потоков изделий при статическом ориентировании, поскольку задача соединения большего числа потоков может быть сведена к комбинированию решений для указанных вариантов.

В качестве условия, обеспечивающего соединение потоков без заклинивания, было принято отсутствие соприкосновения ориентируемых изделий друг с другом при входе в ориентирующий канал. Это условие может быть выполнено при выборе определенных конструктивных размеров ориентирующего канала, скорости перемещения транспортирующих устройств, величины шага между изделиями в ряду и между рядами в потоке.

Целью экспериментальных исследований было выявление возможных схем ориентирующих устройств динамического ориентирования для соединения нескольких потоков изделий в один и получения исходных данных для проектирования таких устройств. Исследования проводились на специально разработанных экспериментальных установках с ленточным транспортером и вибрационным лотком. Над транспортирующими системами крепилась рамка с ориентирующими каналами, входные участки которых были образованы прямолинейными направляющими, поставленными под углом друг к другу.

Исследовалось семь схем динамического ориентирования при соединении потоков изделий на ленточном транспортере и вибрационном лотке.

Переменными параметрами были приняты: скорость перемещения изделий (0,02—0,04 м/сек.), амплитуда и направление колебаний направляющих (0,1—0,8 мм), угол раскрытия входного участка канала (30—90°), число соединяемых потоков изделий (2—8).

Показателем эффективности процесса соединения потоков принят коэффициент относительной потери скорости изделия на участке входа в канал к средней скорости перемещения изделия движущегося без сопротивлений.

Исследования проводились с применением скоростной и обычной киносъемки. Результаты измерений, обработанные методами математической статистики, обобщены в виде графиков и таблиц.

Экспериментальные исследования показали, что наиболее производительно осуществляется динамическое ориентирование, когда направляющие канала колеблются совместно в поперечном направлении либо раздельно под углом друг к другу.

ГЛАВА V

Экспериментальное исследование коэффициентов трения штучных кондитерских изделий

При определении коэффициентов трения штучных кондитерских изделий, имеющих пониженную прочность и легкую повреждаемость поверхностного слоя, требуется применение методов, при которых изделия в процессе исследования нагружались бы только силой веса самого изделия. Экспериментальная установка, отвечающая этим требованиям, представляет собой вращающийся диск с накладками из различных материалов, наклоненный под углом к горизонту.

При вращении диска изделие силой трения увлекалось в направлении вращения до тех пор, пока эта сила не уравновешивалась составляющей веса изделия и рамки. Величина угла отклонения изделия от исходного положения фиксировалась указывающей стрелкой на измерительной шкале. Коэффициент трения подсчитывался по формуле

$$f = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{Sin} \beta, \quad (11)$$

где α — угол наклона плоскости диска к горизонту;

β — угол отклонения изделия от исходного положения под действием силы трения.

Был также разработан и применен тензометрический способ определения коэффициентов трения штучных кондитерских изделий с помощью проволочных датчиков сопротивления.

Экспериментально определены коэффициенты трения для 18 видов свежих кондитерских изделий. Исследования выполнялись на Киевской кондитерской фабрике имени К. Маркса.

В таблице 2 приведены коэффициенты трения скольжения некоторых штучных кондитерских изделий (нижний предел коэффициента трения указан для скорости 0,06 м/сек., верхний — для скорости 1 м/сек.).

Коэффициенты трения скольжения штучных кондитерских изделий

Таблица 2

№ пп.	Наименование изделия	Сталь	Алюминий	Винипласт	Резина
		Скорость скольжения 0,06 — 1 м/сек.			
1.	Печенье затяжное	0,14-0,27	0,16-0,23	0,12-0,22	0,39-0,56
2.	Вафли	0,14-0,20	0,15-0,22	0,10-0,13	0,45-0,47
3.	Конфеты глазированные шоколадом	0,24-0,40	0,20-0,25	0,34-0,41	0,50-0,69
4.	Карамель с начинкой	0,16-0,27	0,13-0,15	0,12-0,26	0,36-0,36
5.	Мармелад формовой	0,19-0,26	0,16-0,23	0,13-0,20	0,28-0,29
6.	Мармелад трехслойный	0,15-0,20	0,13-0,16	0,10-0,18	0,24-0,29
7.	Зефир	0,20-0,28	0,22-0,25	0,14-0,19	0,26-0,34

ГЛАВА VI

Исследование вибрационного перемещения штучных кондитерских изделий

Экспериментальные исследования, выполненные на Киевской кондитерской фабрике имени К. Маркса, охватывали следующий круг вопросов: определение средней скорости перемещения изделий по вибрационному лотку, определение оптимальных режимов движения изделий, определение усилий, развиваемых изделием при вибрационном перемещении.

Исследования проводились на специально изготовленной экспериментальной установке, представляющей прямолинейный вибрационный лоток с электромагнитным и эксцентриковым приводами, позволяющей в широких пределах варьировать параметры вибротранспортирования: угол наклона упругих элементов (15—40°), угол наклона поверхности лотка к горизонту (0—4°), частоту (3—50 гц) и амплитуду (0,2—

2,4 мм) колебаний. Исследовался процесс перемещения 16 наименований кондитерских изделий по нержавеющей стали, алюминию и винипласту.

Необходимое количество повторностей опыта определялось методами математической статистики.

В качестве характеристики режима движения изделий принята величина

$$П = \frac{g \cos \beta}{A \omega^2 \sin(\alpha \pm \beta)}, \quad (12)$$

где β — угол наклона плоскости лотка к горизонту; α — угол наклона упругих элементов к вертикали; A — амплитуда колебаний; ω — круговая частота колебаний.

Экспериментальные исследования показали, что при определенных значениях величины $П$ (для электромагнитного привода $П < 0,4$ и для эксцентрикового $П < 0,75$) наблюдается интенсивное подбрасывание изделий, потеря ими ориентации и нарушение упорядоченности потока. При значениях $П > 0,8$ для электромагнитного привода и $П > 1,0$ для эксцентрикового привода изделия перемещаются без потери ориентации, но с малыми скоростями. Оптимальными значениями характеристики режима являются $0,4 < П < 0,8$ для работы в околорезонансном режиме в устройствах с электромагнитным приводом и $0,75 < П < 1,0$ для работы в дорезонансном режиме в устройствах с эксцентриковым приводом. Обработка результатов экспериментального исследования перемещения изделий по горизонтальному лотку в оптимальных режимах движения позволила получить эмпирические формулы для определения скоростей перемещения:

для случая электромагнитного привода

$$V = 4,85 \frac{\lg \sin \alpha}{П^2 (1-f)^{1,2}}, \quad \text{м/мин.} \quad (13)$$

для случая эксцентрикового привода

$$V = 9,3 \frac{-\lg \sin \alpha}{П^{1,2} (1-f)^2}, \quad \text{м/мин.} \quad (14)$$

В диссертации приведены результаты замеров усилий, развиваемых изделием при вибрационном перемещении, опреде-

ленные с помощью тензометрических датчиков сопротивления по разработанной автором методике.

Для определения производительности вибрационных ориентирующе-питающих устройств предложена формула:

$$Q = \frac{1000 V}{I} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_{ui} \cdot K_{oi} \cdot K_{nc}}{K_{ni}} \text{ шт./мин.} \quad (15)$$

где K_{ui} , K_{oi} , K_{ni} , K_{nc} — коэффициенты, учитывающие величину интервалов между изделиями в каждом из потоков, вид ориентирования, положение изделия, относительную потерю скорости.

Для расчета устройств с эксцентриковым приводом предложены формулы для определения перемещения лотка, условия безударной работы пары эксцентрик-толкатель и подсчета мощности эксцентрикового привода. Выполнен числовой пример расчета вибрационного ориентирующе-питающего устройства для конфет, иллюстрирующий приемлемость выведенных формул для практических расчетов.

ГЛАВА VII

Вопросы многопоточного питания штучными кондитерскими изделиями заверточных и упаковочных автоматов

Рассмотрены возможные варианты осуществления многопоточного питания заверточных и упаковочных автоматов штучными изделиями: питание автомата несколькими потоками с последующим выполнением всех операций завертывания в этих же потоках; питание автомата несколькими потоками с перестройкой их затем в один поток для выполнения операции завертывания.

Если обозначить через q отношение действительной производительности n — поточного устройства к действительной производительности n — однопоточных устройств, то задаваясь экономически оправданной потерей производительности $(1-q)$, можно получить целесообразное при этом число потоков многопоточного устройства по формуле

$$n = q + \frac{1-q}{K}, \quad (16)$$

где K — коэффициент нецикловых простоев.

В диссертации показано, что многопоточное питание целесообразно только при применении простых и надежных устройств, нецикловые простои которых малы.

Поскольку устройства для завертывания изделий более сложны по сравнению с ориентирующе-питающим устройством и поэтому менее надежны, нецелесообразно проводить операции завертывания в нескольких потоках.

Поэтому более перспективен способ питания автомата изделиями несколькими потоками с последующей перестройкой их для завертывания в один поток.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ существующего отечественного и зарубежного упаковочного оборудования для штучных изделий показал, что повышение его производительности лимитируется устройствами для подачи изделий, которые предложено называть ориентирующе-питающими устройствами.

2. На основании проведенного обзора и анализа конструктивных решений ориентирующе-питающих устройств и работ, посвященных вопросам автоматической загрузки машин и линий штучными изделиями выявлена структура и разработана классификация систем рабочих органов ориентирующе-питающих устройств для штучных изделий, рассматривающая эти устройства как комплекс функциональных систем. Проведена также классификация штучных кондитерских изделий по геометрическим размерам и физико-механическим свойствам.

Введены основные терминологические понятия для функциональных систем ориентирующе-питающих устройств и процесса ориентирования.

3. Наиболее приемлемыми для штучных кондитерских изделий являются ориентирующе-питающие устройства с транспортированием изделий вибрационными и ленточными транспортерами, создающие предпосылки для полной автоматизации технологического процесса изготовления и упаковки изделий.

В качестве ориентирующих систем наиболее простыми и надежными являются неподвижные и колеблющиеся прямолинейные и круговые направляющие.

4. Основными элементами процесса ориентирования штучных изделий при подаче их к технологической машине или линии являются:

- а) приведение изделия к определенному положению относительно выбранных ориентирующих поверхностей;
- б) поворот изделия на определенный заданный угол по отношению к направлению движения;
- в) изменение числа потоков подаваемых изделий.

5. Выполнено теоретическое исследование статического ориентирования изделий в ориентирующих каналах, ограниченных прямолинейными и круговыми направляющими.

В результате этого исследования получены формулы для определения времени и пути ориентирования и скорости перемещения ориентированных изделий вдоль прямолинейных направляющих и формулы для определения максимального возможного угла поворота и угловой скорости перемещения изделий в круговом канале.

Также выведены формулы для определения конструктивных размеров ориентирующего канала, исходя из условий прохождения изделий в нем без заклинивания и потери ориентации.

6. Проведены экспериментальные исследования статического и динамического ориентирования изделий вдоль прямолинейных и круговых направляющих при перемещении их ленточным транспортером и вибрационным лотком.

Исследования проведены по разработанной методике с применением скоростной и обычной киносъемки на экспериментальных установках, позволяющих исследовать процесс ориентирования при различных конструктивных, кинематических и динамических параметрах.

Экспериментальные исследования подтверждают правильность выполненных теоретических разработок и приемлемость принятых при этом допущений.

В результате экспериментальных исследований получены основные параметры динамического ориентирования (время и путь ориентирования, скорость перемещения изделия вдоль направляющей), позволяющие рассчитывать и проектировать ориентирующие элементы каналов, ограниченных прямолинейными и круговыми направляющими.

7. Проведено экспериментальное исследование ориентирования изделий в круговом канале. Кинематические параметры ориентирования определялись по разработанной методике с помощью киносъемки процесса.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили правильность теоретического исследования процесса ориентирования изделий в круговом канале.

Получены величины максимального возможного угла поворота, скорости перемещения и времени поворота изделий на заданный угол в круговых каналах для статического и динамического ориентирования, позволяющие определить основные конструктивные размеры круговых ориентирующих каналов.

8. Разработано и экспериментально проверено вибрационное поворотное устройство, обеспечивающее одновременный равномерный поворот в одной плоскости нескольких ориентированных потоков изделий на заданный угол.

9. Выполнено теоретическое исследование соединения нескольких потоков изделий в один поток, в результате которого получены зависимости для определения кинематических и геометрических параметров, обеспечивающих соединение нескольких потоков изделий в один поток без заклинивания и заторов.

10. Разработаны и экспериментально проверены на созданных экспериментальных установках различные схемы динамического ориентирования при соединении нескольких потоков изделий.

Определены величины коэффициентов относительной потери скорости, являющихся наиболее важными показателями процесса соединения потоков изделий.

Разработанные схемы позволяют при соответствующем подборе конструктивных параметров и режимов вибрации осуществлять надежное соединение в один поток до восьми потоков изделий.

11. Одной из наиболее перспективных схем ориентирования при соединении нескольких потоков изделий в один поток является разработанная на уровне изобретения схема, в которой направляющие ориентирующего канала совершают отдельные колебания под углом друг к другу.

Изготовленное по этой схеме ориентирующее устройство проверено экспериментально и дало хороший эффект при соединении нескольких потоков изделий в один поток.

12. Определены коэффициенты трения основных видов штучных кондитерских изделий по различным опорным поверхностям и выявлены зависимости коэффициентов трения от скорости скольжения.

Предложен и опробован тензометрический метод определения коэффициентов трения штучных кондитерских изделий с помощью проволочных датчиков сопротивления, являющийся более точным по сравнению с известными методами определения коэффициентов трения.

Определенные величины коэффициентов трения могут быть использованы в качестве справочных данных при инженерных расчетах технологического и упаковочного оборудования кондитерской промышленности.

13. Проведено экспериментальное исследование процесса вибрационного перемещения основных видов штучных кондитерских изделий на разработанных экспериментальных установках с электромагнитным и эксцентриковым приводами, показавшее возможность использования вибрационных транспортирующих устройств без нарушения товарного вида кондитерских изделий.

Экспериментально определены оптимальные режимы движения изделий, обеспечивающие высокие скорости перемещения при сохранении упорядоченности потока и первоначальной ориентации изделий. Определены величины скоростей перемещения изделий по вибрационному лотку для ряда штучных кондитерских изделий и выявлены зависимости их величины от режима движения и конструктивных параметров.

В результате обработки экспериментальных данных получены эмпирические формулы для определения средней скорости перемещения штучных кондитерских изделий по горизонтальному вибрационному лотку при оптимальных режимах движения.

14. Разработана и опробована методика определения с помощью тензометрических проволочных датчиков сопротивления величины усилий, развиваемых изделием при вибрационном перемещении, необходимых для расчетов контрольных и блокирующих систем ориентирующе-питающих устройств с вибрационными транспортирующими системами.

15. Выведены формулы для определения перемещения лотка, условия безударной работы пары эксцентрик-толкатель и подсчета мощности эксцентрикового привода.

16. Предложена формула для определения производительности вибрационных ориентирующе-питающих устройств для штучных кондитерских изделий, учитывающая величину интервалов между изделиями в потоке, вид ориентирования, положение изделий на лотке и количество потоков изделий, подаваемых в ориентирующий канал.

17. Теоретически обоснован принцип применения многопоточного питания для повышения производительности заверточных и упаковочных автоматов и определено целесообразное увеличение числа потоков изделий, подаваемых в автомат.

Показано, что при многопоточном питании наиболее це-

лесообразным является принцип, заключающийся в подаче в автомат нескольких параллельных потоков изделий с последующей перестройкой их в один поток для дальнейшей обработки.

18. Результаты проведенных исследований использованы при расчете и конструировании ориентирующе-питающих устройств ряда заверточных и упаковочных автоматов, разработанных в институте УкрНИИПродмаш.

Некоторые результаты исследований (например, по определению коэффициентов трения и расчету производительности ориентирующе-питающих устройств) использованы в работах других исследователей.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Новые автоматы для упаковки пластических продуктов и штучных изделий пищевой промышленности, К., Гостехиздат УССР, 1963.

2. Исследование вибрационного питателя с эксцентриковым приводом для штучных кондитерских изделий. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 2, К., Техніка, 1965.

3. Класифікація орієнтує-живильних пристроїв обгорткових та пакувальних автоматів. Тези доповідей ХХХІІ наукової конференції КТІХІ, видавництво Київського університету, К., 1966.

4. Вопросы многопоточного питания штучными кондитерскими изделиями заверточных автоматов высокой производительности. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 4, К., Техніка, 1966.

5. Экспериментальное определение коэффициентов трения скольжения штучных кондитерских изделий. ВНИЭКИПродмаш, Труды института, М., 1966, № 1.

6. Определение коэффициентов трения штучных кондитерских изделий «Хлебопекарная и кондитерская промышленность», 1966, № 8.

7. Вибрационное перемещение штучных кондитерских изделий. Сб. «Вибрационная техника», М., НИИИФстройдоркоммунмаш, 1966.

8. Дослідження процесу орієнтування штучних кондитерських виробів в криволінійних каналах. Тези доповідей ХХХІІІ наукової конференції, КТІХІІ, присвяченої 50-річчю Великої Жовтневої соціалістичної революції, К., 1967.

9. Вібраційний орієнтує-живильний пристрій для штучних кондитерських виробів. Тези доповідей ХХХІІІ наукової конференції КТІХІІ, присвяченої 50-річчю Великої Жовтневої соціалістичної революції, К., 1967.

10. Вопросы ориентирования многорядных потоков изделий в прямоугольных каналах. Сб. «Автоматическое ориентирование деталей и автоматические ориентирующие устройства». Тезисы докладов первой межвузовской научной конференции по автоматическому ориентированию деталей. Севастополь, 1967.

11. Определение производительности вибрационных питателей для штучных кондитерских изделий. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 5, К., Техніка, 1967.

12. Розрахунок пружних елементів систем контролю при вібраційному транспортуванні штучних виробів. Тези доповідей ХХХІV наукової конференції, КТІХІІ, К., 1968.

13. Устройство для ориентирования изделий в ряды. Авт. свид. СССР, кл. 81a, 14 № 199748, заявлено 14.II.1966 г., № 105580/28-13, Бюллетень изобретений, 1967, № 15.

14. Классификация автоматических ориентирующе-питающих устройств заверточных и упаковочных автоматов. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 6, К., Техніка, (в печати).

15. К вопросу ориентирования прямоугольных штучных кондитерских изделий в криволинейных каналах. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 7, К., Техніка, (в печати).

16. Вибрационное ориентирующе-питающее устройство для индивидуального питания заверточных автоматов. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 8, К., Техніка (в печати).

17. Исследование процесса ориентирования штучных кондитерских изделий в неподвижных круговых каналах. Пищевая промышленность (научно-технический сборник), 9, К., Техніка, (в печати).

18. Главы II-VI в книге «Основы расчета и конструирования заверточных и укладочных автоматов», М., Машиностроение (в печати).

19. Экспериментальное исследование соединения нескольких потоков штучных кондитерских изделий. Сб. «Новое оборудование хлебопекарной и кондитерской отраслей промышленности», М., ЦНИИТЭЛЕГПИЩЕМАШ (в печати).

20. Автоматизация питания заверточных автоматов для штучных изделий. «Автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении» (Тезисы докладов Республиканской конференции, Севастополь, 27 мая — 1 июня 1968 г.).

Разделы диссертационной работы докладывались на:

1. XXIX (январь, 1963 г.) XXX (февраль, 1964 г.), XXX I (февраль, 1965 г.), XXXII (февраль, 1966 г.) XXX III (май, 1967 г.), XXX IV (январь, 1968 г.) научных конференциях Киевского технологического института пищевой промышленности.

2. Научно-техническом совете института УкрНИИПродмаш (февраль 1963 г., июнь 1967 г., апрель 1968 г.) и секции заверточных и упаковочных автоматов научно-технического Совета УкрНИИПродмаш (январь, 1964 г.).

3. Научно-технической конференции по вибрационной технике (июнь, 1965 г., Москва).

4. Первой межвузовской научной конференции по вопросам ориентирования деталей (май, 1967 г., г. Севастополь).

5. Первой республиканской конференции по автоматизации технологических процессов (май, 1968 г., г. Севастополь).