

Авторефер.

К 34

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КЕЛБАКИАНИ Иван Шалвович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫГРУЗКИ И ДОЗИРОВАНИЯ
СУХОГО ЧАЯ С ЦЕЛЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
БУНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

Переучет 1987

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1980

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В директивах XXV съезда КПСС на текущую пятилетку намечено дальнейшее увеличение производства пищевых продуктов, в том числе увеличение выработки чая. Полностью обеспечить страну чаем отечественного производства — вот главная задача, которую должны решить работники чайной промышленности в ближайшие годы.

Выполнение этой задачи возможно путем создания поточно-механизированных и автоматизированных чайных фабрик. Одной из основных проблем, без успешного решения которой невозможна организация поточного производства сухого чая, является проблема обеспечения непрерывного дозирования с необходимой степенью точности. Однако это требует решения ряда научных и технических задач, в частности по созданию машин, аппаратов и устройств непрерывного действия и разработке инженерных методов их расчета. В чайной промышленности таких данных пока еще недостаточно, что естественно затрудняет расчет и конструирование бункерных устройств. Поэтому задача оптимизации процесса объемного дозирования сухого чая с точки зрения точности дозирования и сохранения качественных показателей продукта весьма актуальна и имеет важное научное и практическое значение.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является изучение процесса дозированной выгрузки чайного материала и получение научно обоснованных данных для расчета и конструирования бункерных устройств. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать процессы истечения и объемного дозирования полуфабриката и готовой продукции чая;
- исследовать процесс обрушения сводов в бункерах для трудно-сыпучих материалов (фракции полуфабриката чая).

ОНАХТ 20.07.12
Исследование процесс



v013515

Научная новизна. В работе впервые установлены закономерности процессов истечения и объемного дозирования полуфабриката и готовой продукции чая в зависимости от геометрических и кинематических параметров дозаторов. Составлена математическая модель, адекватно описывающая процесс дозирования, которая дает возможность определить оптимальные значения параметров шнекового дозатора, сформулированы рекомендации по научно обоснованному выбору конструкции дозаторов и сводообрушающих механизмов.

Практическая ценность работы. В результате проведенных исследований установлены оптимальные параметры объемного дозирования и сводообрушения, предложена новая конструкция разгрузочного механизма бункерной установки, обеспечивающая равномерную выгрузку без механического повреждения сухого чая. Изготовлена и испытана в производственных условиях бункерная установка с конвейерным разгрузочным механизмом.

Реализация результатов работы. Результаты исследования использованы ОПКБ ГрузНИИ пищевой промышленности. В настоящее время составлена техническая документация бункерной установки с конвейерным разгрузочным механизмом и изготовлен промышленный образец для широкого испытания, в сезоне 1980 года. Ожидаемый экономический эффект от внедрения одной бункерной установки составляет 19299 рублей в год. Общий экономический эффект для одной чайной фабрики с 20-ю бункерными установками составит около 400 тысяч рублей в год.

Апробация работы. По теме диссертации опубликовано 8 статей, получено авторское свидетельство.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на:

- XIX республиканской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава ГПИ им. В.И.Ленина и работников производства, Тбилиси, 1975;

- XXI республиканской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава ГПИ им. В.И.Ленина и работников

производства, Тбилиси, 1978.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 223 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц и 50 рисунков. Приложения содержат 36 таблиц, а также акты и протоколы производственных и ведомственных испытаний опытных образцов бункерных устройств. Список литературы включает 109 наименований, из них 8 иностранных.

В первой главе дано описание основных технологических операций производства черного байхового чая, приведена краткая характеристика сортировочного цеха чайных фабрик, а также физико-механические свойства сухого чая, изложен обзор сведений по объемному дозированию и характеру истечения сыпучих материалов, сформулированы задачи и программа исследований.

Анализ существующего состояния цеха переработки полуфабриката чая дает основание отметить, что одной из основных задач по созданию механизированного цеха является разработка выгружающих устройств, обеспечивающих непрерывное истечение и сохранение качественных показателей материала.

Исследованию физико-механических свойств, процессов истечения и объемного дозирования посвящено большое количество экспериментальных и теоретических работ, среди которых следует выделить исследования К.В. Алферова, Е.А. Банита, Л.Бэйтса, Ю.Д.Видинева, Г.А.Гениева, Л.В. Гячева, Э.В. Дженике, Н.К. Залдастанишвили, Р.Л. Зенкова, Р.Квапила, Б.Н.Левонтина, А.Н. Новикова, П.Н. Платонова и др. Однако, в указанных работах не рассматриваются вопросы, касающиеся процесса дозирования полуфабриката и готовой продукции чая, в связи с чем, несмотря на, практически, повсеместное распространение бункеров, их кажущуюся простоту, до настоящего времени не созданы бункерные установки, обеспечивающие гарантированную выгрузку трудносипучих материалов, к которым относится чай, нет сведений о точ-

ности дозирования и степени механического повреждения чая в зависимости от геометрических и кинематических параметров дозаторов. Поэтому для обоснованного выбора типа и конструкции дозатора и оптимизации параметров бункерных устройств необходимо проведение исследования процессов выгрузки и дозирования.

Во второй главе описана экспериментальная бункерная установка и методика исследования процесса дозирования чайного материала шнековым дозатором, исследованы зависимости погрешности дозирования и степени механического повреждения чая от геометрических и кинематических параметров шнека, определены оптимальные значения указанных параметров, выведена учитывающая зависимость от коэффициента внешнего трения материала формула производительности шнекового питателя, изучен процесс истечения сухого чая.

Для изучения процесса выгрузки сухого чая из бункера шнековым дозатором, а также для исследования механического сводообрушения использована экспериментальная установка, изображенная на рис. 1.

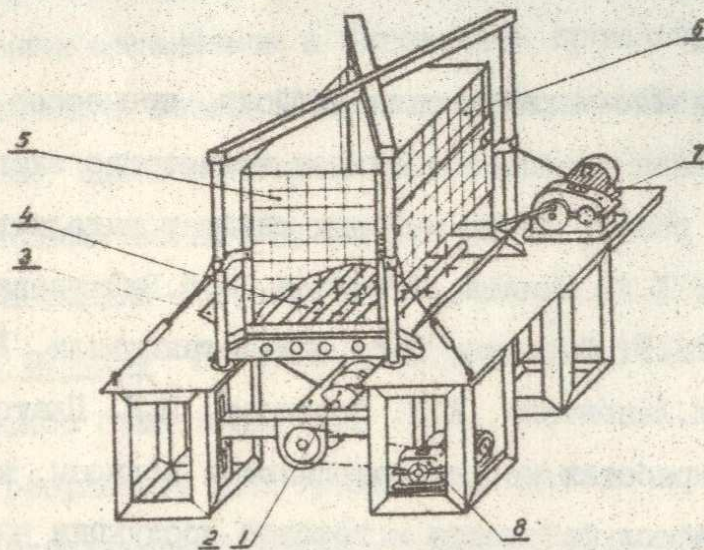


Рис. 1. Бункерная установка с механическим сводообрушителем и шнеком

Указанная установка представляет собой бункер 5 прямоугольной формы (650x900x1100 мм), изготовленный из органического стекла. В плоскости пересечения вертикальных 6 и наклонных 3 стенок бункера установлены две пары трубчатых валков 4 с выгребными пальцами. В нижней части установки вмонтирован шнек I, на краях желоба 2 которого связаны наклонные стенки 3 дна бункера. Трубчатые валки и шнек приводятся во вращение соответственно от приводов 7 и 8.

Описанная экспериментальная установка для исследования собственно процесса выгрузки шнековым дозатором преобразована в изображенную на рис. 2: бункер I посредством вертикальных перегородок 2 разделен на четыре секции.

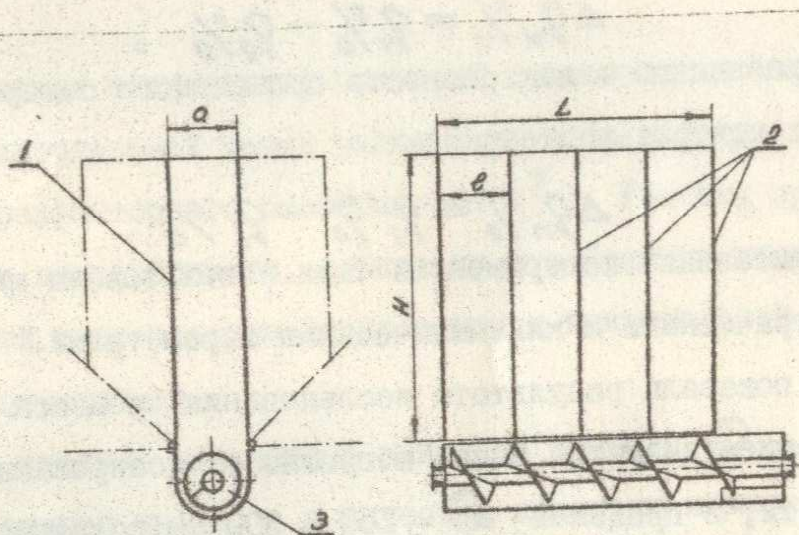


Рис. 2. Схема установки для исследования шнекового дозатора

Экспериментальные исследования проведены в соответствии со следующей методикой.

Бункер по однотипному способу засыпки, загружался чаем. Привод автоматически включался и выключался таким образом, что установка работала в течение n равных промежутков времени Δt , вплоть до опорожнения бункера.

Для каждого из указанных промежутков времени измерялась масса M_i выгружаемых доз и уровень материала в каждой секции бункера, а затем рассчитывалось среднее значение $M_{ср}$ массы выгружаемых доз и среднее квадратическое отклонение δ , которое было принято за меру погрешности дозирования.

Кроме того, по данным ситового анализа, осуществленного по стандартной методике, определялась степень механического повреждения сухого чая. За меру последней величины были приняты измельчение и пылеобразование. Измельчение чайного материала определялась как разность процентного содержания измельченных частиц в контрольном и опытном образцах чая

$$\Delta q_u \% = q_1 \% - q_2 \% ,$$

а пылеобразование - как разность процентного содержания пыли в опытном и контрольном образцах

$$\Delta q_n \% = q_2' \% - q_1' \% .$$

В описанных экспериментах были использованы шнеки с различными геометрическими и кинематическими параметрами.

Как показали результаты исследования процесса дозирования чая с увеличением диаметра шнека погрешность дозирования увеличивается. В частности, в пределах $\varnothing = 150 + 300$ мм погрешность дозирования составляет: для полуфабриката III фр - $0,12 + 0,76$ кг; для полуфабриката I-II фр - $0,10 + 0,65$ кг; для листовых чаев - $0,08 + 0,60$ кг; для мелких чаев - $0,06 + 0,48$ кг; для высевки и крошки - $0,04 + 0,34$ кг.

Аналогична зависимость погрешности дозирования от шага шнека: с увеличением шага в пределах (120 + 320 мм) погрешность дозирования увеличивается. Максимальной погрешностью ($0,11 + 0,70$ кг) дозирования характеризуется III фракция полуфабриката, а минимальной ($0,04 + 0,28$ кг) - крошка чая.

С увеличением частоты вращения шнека погрешность дозирования

максимальна (0,17 кг) для III фракции полуфабриката чая и минимальна (0,02 кг) для чайной крошки.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что с увеличением диаметра и частоты вращения шнека измельчение $\Delta q_u\%$ и пылеобразование $\Delta q_n\%$ чайного материала увеличиваются, а с увеличением шага шнека, — уменьшаются. Во всех случаях максимальным измельчением и пылеобразованием характеризуется III фракция полуфабриката ($\Delta q_u = 2,0\%$, $\Delta q_n = 0,75\%$), а минимальным, — мелкий чай М-2 ($\Delta q_u = \Delta q_n = 0,10\%$).

Сравнительный анализ экспериментальных данных показал также, что во всех случаях $\Delta q_u\% > \Delta q_n\%$ и лишь для мелкого чая М-2 $\Delta q_u \approx \Delta q_n$.

Для определения оптимальных значений диаметра, шага и частоты вращения шнека использован метод математического планирования (реализован план трехфакторного эксперимента 2^3). Расчеты произведены для III фракции полуфабриката, поскольку эта фракция характеризуется максимальной погрешностью дозирования и максимальной степенью механического повреждения.

В качестве входных параметров выделены диаметр D , шаг S и частота n вращения шнека, а в качестве выходных параметров — погрешность дозирования y' и измельчение y'' чайного материала.

Статистической обработкой экспериментальных данных получены следующие адекватно описывающие исследуемые зависимости уравнения регрессии:

$$\left. \begin{aligned} y' &= -0,376 + 0,0024 D + 0,0023 S, \\ &= 1,144 + 0,0019 D - 0,002 S + 0,0073 n \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

Проблема оптимизации решена методом дискретного программирования по векторному критерию. С использованием ЭЦВМ получены следующие оптимальные, то есть одновременно минимизирующие как погрешность дозирования, так и измельчение, значения геометрических

и кинематического параметров шнека: $D = 150$ мм, $S = 220$ мм, $n = 5$ об/мин.

Важным технологическим параметром шнекового дозатора является производительность. Однако, данные, рассчитанные в соответствии с общеизвестной формулой

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \frac{S \cdot n}{60} \gamma \psi, \quad (2)$$

где d - диаметр вала шнека, γ - объемная масса, ψ - коэффициент заполнения, обнаруживают значительные расхождения с экспериментальными в частности, отклонения значений производительности, рассчитанных по формуле (2) от экспериментальных для сухого чая достигают 50-60%.

Указанная расходимость, как это показано ниже, является следствием, прежде всего, неучета сил трения материала по поверхностям скольжения при перемещении материала шнеком и угла подъема винтовой линии шнека.

Сила трения, как это видно на рис.3, изменяет направление перемещения материала, а, следовательно, и абсолютную скорость U_A перемещения материала, на угол φ трения. С учетом указанного отклонения величины скорости U_A и скорости U_M осевого перемещения материала соответственно, равны:

$$U_A = U_{ш} \frac{\cos \alpha}{\cos \varphi} = \frac{S \cdot n}{60} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \varphi},$$

$$U_M = U_A \cdot \cos(\alpha + \varphi) = \frac{S \cdot n}{60} (\cos^2 \alpha - f \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha),$$

где f - коэффициент трения материала о поверхность шнека, $U_{ш}$ - скорость осевого перемещения шнека.

В связи с тем, что угол подъема винтовой линии с периферии по направлению вала шнека увеличивается, а скорость перемещения материала соответственно уменьшается, естественно характеризовать перемещение материала средней скоростью $U_{ср}$, соответствующей среднему радиусу $R_{ср}$ и среднему углу подъема винтовой линии $\alpha_{ср}$:

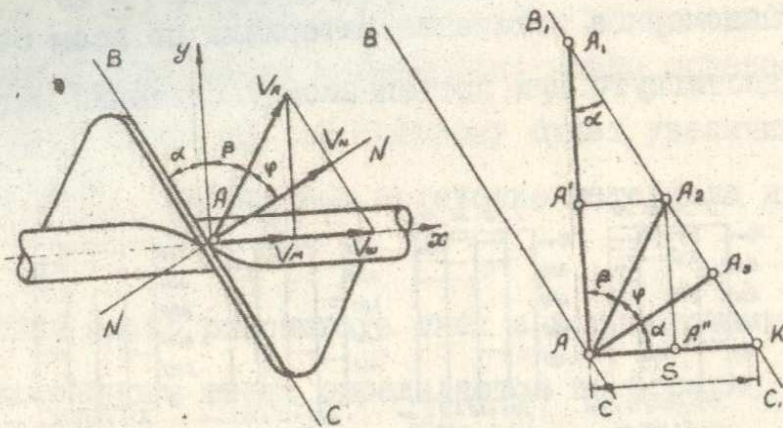


Рис. 3. К выводу формулы производительности

Если принять, что на дроссельном участке сечение материала провода - круг и учесть величину зазора между шнеком и желобом ($R_{ж} = R + C$, где C - зазор между кромкой витка шнека и желобом), то для часовой производительности шнека легко получить выражение

$$Q = 188(R_{ж}^2 - r^2)S \cdot n \cdot \rho_c \cdot K_p \cdot \psi (1 - f \operatorname{tg} \alpha_{ср}) \cos^2 \alpha_{ср}, \quad (3)$$

где r - радиус вала шнека, ρ_c - объемная масса материала в условиях свободной засыпки, K_p - коэффициент, учитывающий изменение объемной массы.

Сравнение экспериментальных и рассчитанных в соответствии с выражением (3) данных показывает, что расхождение для различных видов чая находится в пределах $0,1 + 12,5\%$.

При выгрузке сыпучих материалов из бункера шнековым питателем (шнек полностью погружен в материал, как это показано на рис. 2), в результате неравномерного истечения материала над шнеком часто появляются так называемые "мертвые зоны" истечения.

Анализ экспериментальных данных показывает, что в начале, ис-

течение происходит в первой секции бункера, а падение уровня материала в последующих секциях бункера оказывается незначительным (рис. 4). Равномерное истечение материала по всем секциям бункера может быть достигнуто при постепенном увеличении шага шнека.

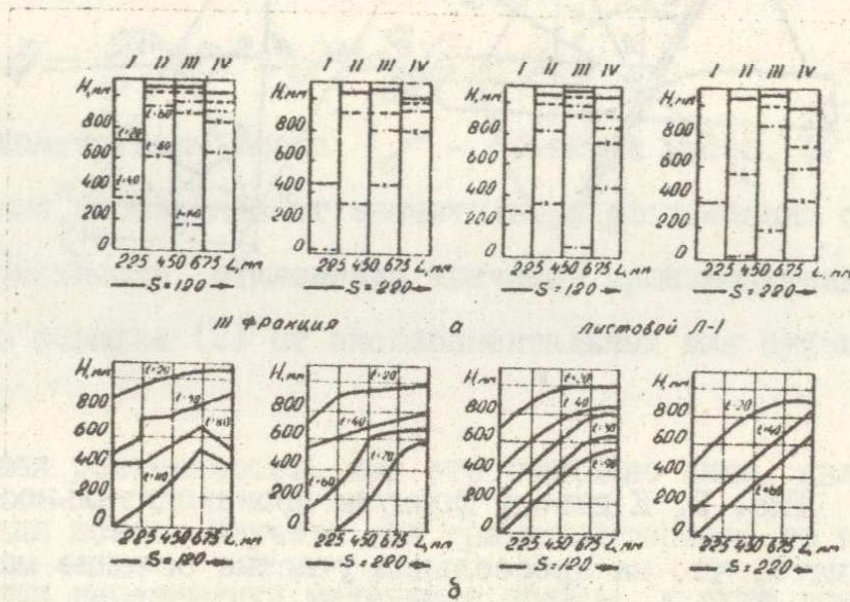


Рис. 4. Характер истечения при выгрузке чайного материала шнековым питателем а - в бункере с перегородками, б - в бункере без перегородок

В частности, если в первой секции шаг шнека будет S_1 , и, соответственно, объем перемещаемого материала V_1 , то во второй секции шаг должен равняться S_2 и шнек должен пропустить материал, поступающий из первой секции и, кроме того, принять материал того же объема из второй секции, т.е. $V_2 = 2 \cdot V_1$. Аналогично, можно показать, что $V_3 = V_2 + V_1$. Таким образом, объем материала перемещаемый шагом S_n в n -ой секции можно рассчитать по формуле: $V_n = V_{n-1} + V_1$.

Таким образом, если начальный шаг шнека равен S_1 , а в n -ой секции, - S_n , то по формулам арифметической прогрессии получим:

$$\sum S_i^2 = L = \frac{S_1 + S_n}{2} n,$$
$$S_n = S_1 + d(n-1).$$

В соответствии с последними выражениями можно определить знаменатель $- d$, т.е. параметр, по которому будет увеличиваться шаг шнека, обеспечивающий равномерное истечение материала из всех n секций.

Аналогично можно рассчитать шнек с возрастающим диаметром. Конусность указанного шнека определяется по формуле:

$$K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{D_n - D_1}{2L}.$$

В третьей главе описана экспериментальная бункерная установка и методика исследования процесса дозирования чая барабанным дозатором, определено влияние геометрических и кинематических параметров дозатора на погрешность дозирования и степень механического повреждения сыпучего материала.

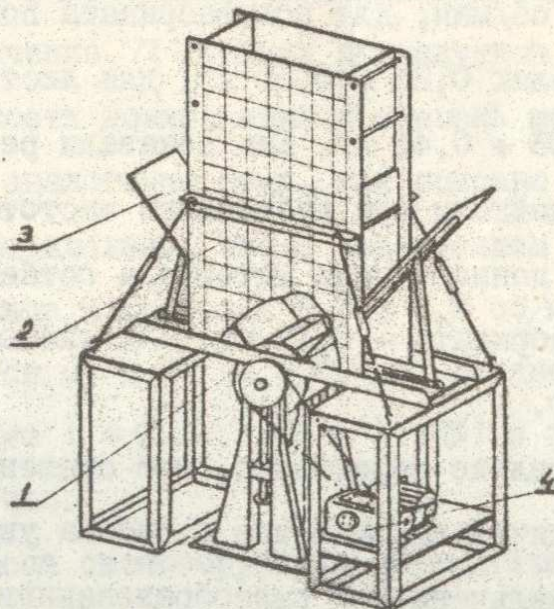


Рис. 5. Бункерная установка с барабанным дозатором

ли на секторном барабане. Так для полуфабриката, дозируемого секторным барабаном $\Delta Q_u = 0,60 \pm 1,30\%$, $\Delta Q_n = 0,05 \pm 0,30\%$, а для того же материала, дозируемого барабаном с ячейками

$$\Delta Q_u = 0,60 \pm 1,45\%, \quad \Delta Q_n = 0,07 \pm 0,35\%.$$

В четвертой главе изложены результаты исследования процесса механического и пневматического сводообрушения, описана экспериментальная установка и методика исследования процесса выгрузки полуфабриката чая из бункера с конвейерным разгрузочным механизмом, определено влияние размера выпускной щели между конвейерами на профиль свода и на погрешность дозирования, приведен расчет производительности конвейерного разгрузочного механизма.

Исследование процесса сводообрушения механическим сводообрушителем проведено на бункерной установке, изображенной на рис. I в соответствии со следующей методикой.

В бункер по однотипному способу засыпки загружался материал III фракция полуфабриката. Приводы механических сводообрушающих устройств автоматически включались и выключались таким образом, что установка работала в течение n равных промежутков времени, вплоть до опорожнения. Погрешности дозирования и степень механического повреждения определялись аналогично тому, как описано в гл. II.

Экспериментально определено, что с увеличением частоты вращения сводообрушающих валков в пределах $0,5 \pm 2,5$ об/мин, погрешность дозирования увеличивается от $0,27$ до $0,67$ кг. Установлено также, что увеличивается измельчение ($\Delta Q_u = 1,55 \pm 1,95\%$) и пылеобразование ($\Delta Q_n = 0,40 \pm 0,70\%$) чая.

Исследования процесса сводообрушения пневматическим сводообрушителем проведены на бункерной установке, схема которой изображена на рис. 6.

Предварительными экспериментами установлено, что при угле наклона стенок днища $\beta = 40^\circ$, из выпускного отверстия размером

$Q \leq 400$ мм истечение III фракции полуфабриката чая не происходит.

Изучение процесса пневматического сводообрушения проведено при $Q = 300$ мм. Воздухоподающие штуцера устанавливались в зоне сводообразования, т.е. на наклонных стенках бункера, нижние № I-у выпускного отверстия, верхние № 3 - в зоне пересечения вертикальных и наклонных стенок бункера, а средние № 2 - посередине между ними. Штуцера включались попеременно, при этом давление воздуха увеличивалось на 0,05 МПа до достижения процесса истечения. Эксперименты выполнены при разных значениях угла наклона струи воздуха $\alpha = 15^\circ, 40^\circ, 65^\circ, 90^\circ$ относительно наклонных стенок бункера.

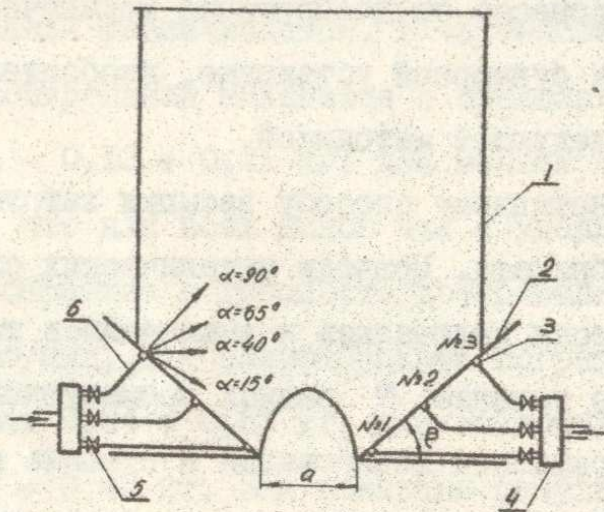


Рис. 6. Схема пневматического сводообрушения

Экспериментальные данные показали, что средние № 2 и верхние № 3 штуцера при всех значениях давления и угла наклона струи воздуха не обеспечивают обрушение свода. Сводообрушение достигается применением штуцеров № I.

При этом наилучшими условиями процесса сводообрушения угла соответствует значение $\alpha = 90^\circ$ (в этом случае сводообрушение имеет место при минимальном давлении воздуха $P = 0,2$ МПа).

Привод барабана и подача воздуха включались и выключались таким

с. 166 160

образом, что установка работала в течение n равных промежутков времени Δt , вплоть до опорожнения бункера. Для каждого из таких промежутков времени измерялась масса M_i выгружаемых доз и рассчитывалась погрешность дозирования.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что погрешность дозирования является монотонно убывающей функцией давления, носящей экспоненциальный характер (при изменении последнего в пределах 0,2; 0,5 МПа).

Механическое повреждение материала в указанных пределах давления воздуха не наблюдалось.

Равновесное состояние поверхности свода может быть нарушено сдвигом выпускной щели, т.е. так называемым гравитационным обрушением свода.

Способ гравитационной выгрузки подвергнут изучению на экспериментальной бункерной установке, изображенной на рис. 7. Под бункером I прямоугольной формы вмонтированы последовательно горизонтально

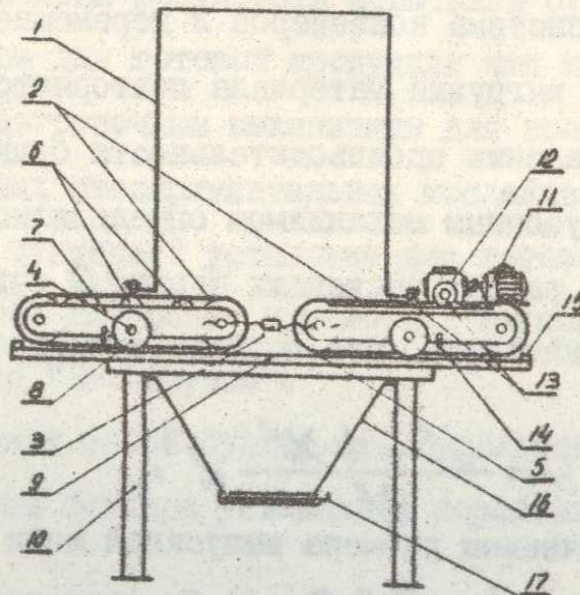


Рис. 7. Бункерная установка с конвейерным разгрузочным механизмом

но расположенные два ленточных конвейера 2, образующие между собой

№ 0. 13515

щель 3. Полосы верхних ветвей лент конвейеров 2 жестко прикреплены к боковым стенкам бункера. Размер выпускной щели 3 регулируется посредством винтовых пар 5 в пределах $a = 0+100\text{мм}$. Для обеспечения возвратно-поступательного движения ленточных конвейеров на пальцах рамы 7 насажены ролики 8, опирающиеся на горизонтальные продольные направляющие 9. Привод системы конвейеров осуществляется от реверсивного электродвигателя II.

Устройство работает следующим образом. Материал насыпается в бункер, частично просыпаясь через щель 3 до образования свода. Открывается заслонка I7 и включается привод конвейеров 2. При перемещении конвейеров соответственно перемещается щель 3 между ними. В результате свод начинает обрушаться и материал проходит в щель. Перемещение щели происходит по всей длине днища бункера, поэтому за один ход конвейеров в одном направлении обеспечивается непрерывное истечение слоя материала, равного высоте свода по всей площади горизонтального сечения бункера. После этого с помощью микропереключателя I5 меняется направление вращения электродвигателя II, в результате чего система конвейеров 2 перемещается в противоположную сторону и цикл выгрузки материала повторяется.

Для определения производительности бункерной установки с конвейерным разгрузочным механизмом определялись координаты точек профиля свода при разных значениях ширины a выпускного отверстия между конвейерами. Сказалось, что профили сводов описываются выражениями вида

$$y = \frac{a^2 - 4 \cdot x^2}{a^2} h, \quad (4)$$

причем с увеличением размера выпускной щели высота h свода увеличивается линейно: $h = 0,8 \cdot a$. За один ход системы конвейеров в одном направлении выгружается объем материала $V = h \cdot F \text{ м}^3$.

Если система конвейеров перемещается со скоростью v , то формулу производительности можно записать в следующем виде

$$Q = 3600 \cdot v \cdot a \cdot l \cdot \psi \cdot i \quad \text{кг/ч}, \quad (5)$$

где l - ширина бункера, т.е. длина выпускной щели, м;

ψ - поправочный коэффициент ($\psi = \frac{Q_f}{Q_t} = 1,33 + 1,0$);

Q_f - фактическая производительность, кг/ч; Q_t - теоретическая производительность, кг/ч; i - количество выпускных щелей.

Изучение погрешности дозирования III фракции полуфабриката чая произведено в зависимости от размера выпускной щели ($a = 20; 40; 60; 80; 100$ мм) при постоянной скорости перемещения конвейерного разгрузочного механизма $v = 0,06$ м/с.

Из анализа полученных данных следует, что с увеличением размера щели увеличивается погрешность дозирования δ , при:

$a = 20$ мм - $\delta = 0,25$ кг; $a = 40$ мм - $\delta = 0,32$ кг;

$a = 60$ мм - $\delta = 0,42$ кг; $a = 80$ мм - $\delta = 0,53$ кг;

$a = 100$ мм - $\delta = 0,64$ кг.

Механическое повреждение материала конвейерным разгрузочным механизмом не наблюдается.

В пятой главе приведены результаты испытаний бункерной установки с барабанным дозатором для готовой продукции чая и бункерной установки с конвейерным разгрузочным механизмом для полуфабриката чая.

На основе проведенных экспериментальных исследований нами была разработана конструкция бункерной установки для готовой продукции чая. Опытный образец такой установки изготовлен Махарадзевским РМК ГПО чайной промышленности "Чай-Грузия".

Установка представляет собой бункер прямоугольной формы. Под выпускным отверстием днища бункера установлен барабанный дозатор с ячейками.

В сезоне 1972 года на Зугдидской чайной фабрике № I проводились испытания указанной установки.

По результатам испытаний комиссия рекомендовала использовать бункерную установку для хранения и дозирования отсортированных чаев.

В соответствии с результатами экспериментальных исследований нами была разработана техническая документация и изготовлена бункерная установка с конвейерным разгрузочным механизмом на Махарадзевском РМК ГПО чайной промышленности "Чай-Грузия". Под прямоугольным бункером вмонтирован разгрузочный механизм, представляющий собой раму, на которой установлены четыре самостоятельных ленточных конвейера. Конвейеры между собой образуют три выпускные щели, размер которых можно регулировать с помощью винтовых пар в пределах $0 \div 100$ мм.

В сезоне 1978 года на Шемокмедской экспериментальной чайной фабрике проводились ведомственные испытания бункерной установки, которые показали, что данный загрузочный механизм обеспечивает непрерывную и равномерную выгрузку III фракции полуфабриката. Погрешность дозирования, в зависимости от размера выпускных щелей ($20 \div 100$ мм), составила $0,28 \div 0,50$ кг.

Результаты ведомственных испытаний были рассмотрены на заседании научно-технического Совета ГПО чайной промышленности "Чай-Грузия" и бункерная установка с конвейерным разгрузочным механизмом была рекомендована к внедрению на чайных фабриках.

В настоящее время ОПКБ ГрузНИИ пищевой промышленности закончена корректировка технической документации бункерной установки с конвейерным разгрузочным механизмом и изготовлен промышленный образец для широкого применения в сезоне 1980 года.

ВЫВОДЫ

1. Установлена зависимость погрешности дозирования и степени механического повреждения сухого чая от геометрических и кинематических параметров шнекового дозатора.

2. Составлена математическая модель, адекватно описывающая процесс дозирования и применением алгоритма полного перебора определены оптимальные значения параметров шнека.

3. Выведена формула производительности горизонтального шнекового питателя с учетом коэффициента трения сыпучего материала о поверхности скольжения и среднего угла подъема витка шнека.

4. Предложена методика расчета шнеков с возрастающим шагом и диаметром.

5. Показано, что большей погрешностью дозирования и степенью механического повреждения характеризуются чаи с большими размерами чайнок. Поэтому шнековые дозаторы следует применять для мелких видов чая.

6. Доказано, что погрешность дозирования и степень механического повреждения определяются геометрическими и кинематическими параметрами барабанного дозатора.

7. Показано, что применение барабанов с ячейками целесообразно с точки зрения уменьшения погрешности дозирования, а секторных барабанов — с точки зрения уменьшения степени механического повреждения материала.

8. Установлено, что механический сводообрушитель обеспечивает гарантированную выгрузку полуфабриката чая, но характеризуется большой погрешностью дозирования и степенью механического повреждения материала.

9. Установлено, что для пневматического сводообрушителя наилучший эффект сводообрушения достигается при расположении штуцеров в зонах опор свода и подача воздуха под углом $\alpha = 90^\circ$ относительно наклонных стенок бункера.

10. Предложен конвейерный разгрузочный механизм, обладающий значительными преимуществами по сравнению с механическим и пневматическим сводообрушителями с точки зрения погрешности дозирования и степени механического повреждения чая.

11. Получена формула производительности бункерной установки с конвейерным разгрузочным механизмом.

12. Проведены ведомственные испытания опытного образца бункерной установки в промышленных условиях.

13. Решением научно-технического Совета ГПО чайной промышленности "Чай-Грузия" будет изготовлено необходимое количество бункеров для укомплектования чайных фабрик одного производственного объединения.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Залдастанишвили Н.К., Мегрелидзе Т.Я., Келбакиани И.Ш.

Результаты испытания бункера-дозатора для готовой продукции чая. Техн. информация, серия "Пищевая промышленность" ГрузНИИНТИ и ТЭИ, Тбилиси, 1972, № 23 - 10 с.

2. Залдастанишвили Н.К., Келбакиани И.Ш. Исследование точности дозирования сухого чая шнековым питателем.- Чай, культура и производство, Тбилиси, 1974, № 2(22), с.60-72.

3. Залдастанишвили Н.К., Келбакиани И.Ш. Влияние геометрических и кинематических параметров барабанного дозатора на степень измельчения сухого чая: Тез.докл. XIX респ.научно-технич.конф. профессорско-преподавательского состава Груз.политехн.ин-та им В.И. Ленина и работников производства. Тбилиси, 1975, с. 250-251.

4. Залдастанишвили Н.К., Келбакиани И.Ш. О производительности горизонтального шнекового питателя.- Сообщ. АП ГССР. Тбилиси, 1975, т.78; № 3, с.641-644.

5. Залдастанишвили Н.К., Келбакиани И.Ш. Влияние геометрических и кинематических параметров шнека на степень измельчения сухого чая.- Чай, культура и производство. Тбилиси, 1975, № 2(24), с.49-58.

6. Залдастанишвили Н.К., Келбакиани И.Ш. Установление геометрических параметров шнека для равномерного истечения материала из бункеров.- Чай, культура и производство. Тбилиси, 1975, № 3(25), с.24-32.

7. Келбакиани И.Ш. Влияние геометрических и кинематических па-

раметров барабанного дозатора на точность дозирования сухого чая. -
Чай, культура и производство. Тбилиси, 1976, № 2(27), с. 18-27.

8. Залдастанишвили Н.К., Келбакиани И.Ш., Жвания Г.Г. Создание питателя для дозировочной выгрузки полуфабриката чая из бункеров: Тез. докл. XXI расп. научно-технич. конф. профессорско-преподават. состава Груз. политехн. института им. В.И. Ленина и работников производства. Тбилиси, 1978, с. 70-71.

9. А.с. 590194 (СССР) питатель для сыпучих материалов.
/Н.К. Залдастанишвили, И.Ш. Келбакиани, Г.Г. Жвания. - Опубл. в Б.И. 1978, № 4/.