

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОЗАТОРОВ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРАЛИНОВЫХ МАСС

Тарасюк В.П.

Донецкий государственный технический университет, кафедра ПЭ

Abstract

Tarasuk V.P. Receptures are one of the basic technological documents, reglameting manufacturing of confectionery products. Receptures contain normalized $\delta\alpha\eta\epsilon\epsilon\alpha\alpha\epsilon\theta$ of all kinds of raw material and semifinished items for manufacture of a unit of production. In given clause the mathematical accounts norms for kecepturing of station for several modes of operations are given.

Пусть имеем рецептурную станцию из 4-х дозаторов (рис. 1.) для приготовления кондитерской смеси высокой степени однородности.

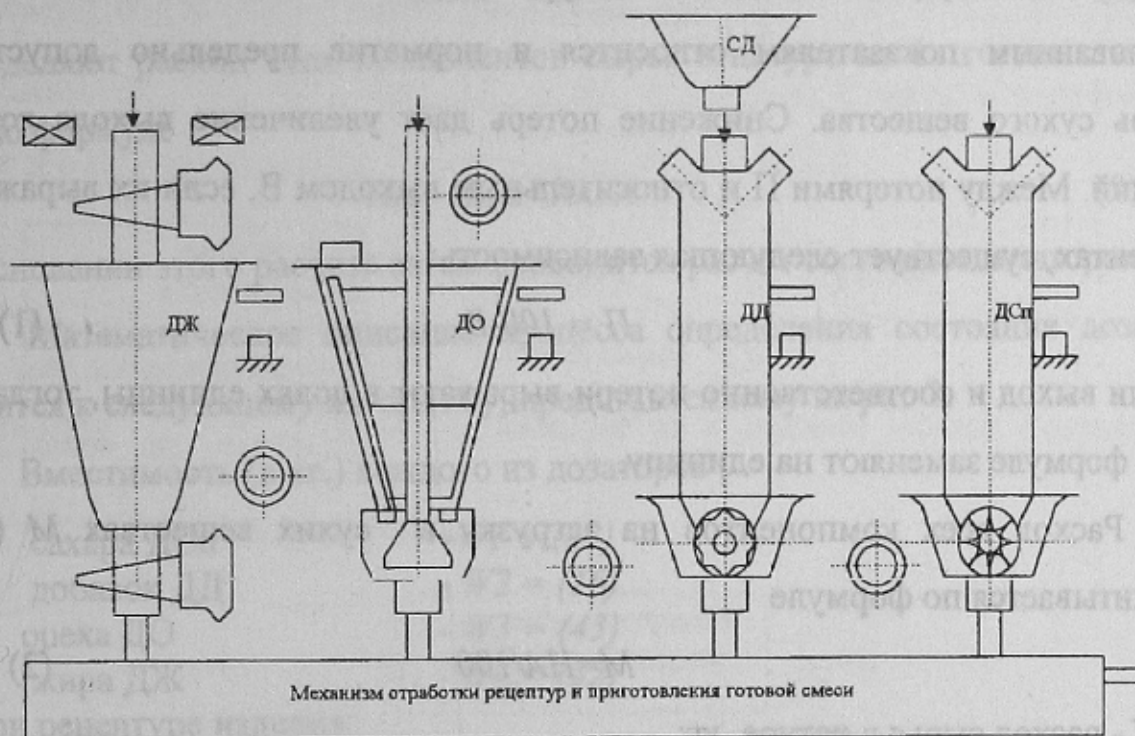


Рисунок 1 — Составные компоненты рецептурной станции «Автоматизированный дозатор - смеситель»

Механически устройство выполнено таким образом, что позволяет не только определять массу загруженного материала в любой момент времени, но и оперативно изменять скорость выгрузки отдозированного материала, а также осуществлять весовое дозирование в дискретном и непрерывном режимах, а

также автоматизацию процесса изменения предельных значений доз при отработке дозатором заданных рецептур.

Рецептуры являются одним из основных технологических документов, регламентирующих изготовление кондитерских изделий. Рецептуры содержат нормированную раскладку всех видов сырья и полуфабрикатов для производства единицы продукции. На кондитерских фабриках используют унифицированные рецептуры, т.е. рецептуры, обязательные для всех предприятий, вырабатывающих кондитерские изделия. При этом в рецептурах были использованы научно обоснованные единые значения основных показателей для сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Например, приняты унифицированные расчетные значения массовой доли сухих веществ в сырье и полуфабрикатах. Например, для сахара-песка 99,85%, для муки 85,5, для патоки 78,0, шоколадной глазури 99,1% и т.д. К таким научно обоснованным показателям относится и норматив предельно допустимых потерь сухого вещества. Снижение потерь дает увеличение выхода готовых изделий. Между потерями Π и относительным выходом B , если их выражают в процентах, существует следующая зависимость:

$$\Pi = 100 - B \quad (1)$$

если выход и соответственно потери выражают в долях единицы, тогда член 100 в формуле заменяют на единицу.

Расход всех компонентов на загрузку в сухих веществах M (в кг) рассчитывается по формуле

$$M = HA/100 \quad (2)$$

где H - расход сырья в натуре, кг;

A - массовая доля сухих веществ, %.

Итог расхода сырья на загрузку в сухом веществе

$$i_{uz} = M_1 + M_2 + \dots + M_n \quad (3)$$

где M_i - расход сырья (отдельных компонентов) в сухом веществе выход сухого вещества в 1000 кг готового изделия

$$M_i^{zm} = H_i^{zm} A_i^{zm} / 100 \quad (4)$$

Рассчитывают итог расхода сырья в сухом веществе на 1т готовой продукции $M_{изт}$ с учетом потерь сырья

$$M_{изт} = M_{взт} * 100 / (100 - П) \quad (5)$$

где $П$ - потери сухого вещества, %.

Массу потерь сухого вещества при изготовлении 1т готовой продукции в килограммах

$$П = M_{и} - M_{в} \quad (6)$$

Предварительно устанавливают коэффициент пересчета K . Его определяют как отношение суммарного расхода сырья на 1т готовой продукции к суммарному расходу сырья на загрузку (все в сухом веществе).

$$K = M_{изт} / M_{из} \quad (7)$$

Расчет каждого компонента на 1т готовой продукции в сухом веществе $M_{зт}$

$$M_{зт} = M_{з} * K \quad (8)$$

Определяют расход всех компонентов сырья в натуре на 1т готовых изделий $M_{т}$ по формуле

$$M_{т} = M_{зт} * 100 / A \quad (9)$$

На основании этого расчета затем проводится расчет состояния дозаторов.

Математическое описание процесса определения состояния дозаторов сводится к следующему алгоритму, представленному на рис 2.

Вместимость (в кг.) каждого из дозаторов ;

сахара ДСп - $W1 = (28)$

добавок ДД - $W2 = (16)$

ореха ДО - $W3 = (43)$

жира ДЖ - $W4 = (32)$

- При рецептуре изделия:

сахар - m_1 ; $m_2 = \sum m_{2i}$; добавки $m_{21}, m_{22}, \dots, m_{23}$; орех - m_3 ; жир - m_4 ; определим:

$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$ - масса изделия в рецептуре;

При работе автоматизированной рецептурной станции в дискретном режиме: один дозатор полный, а другие содержат необходимое пропорциональное количество остальных компонент.

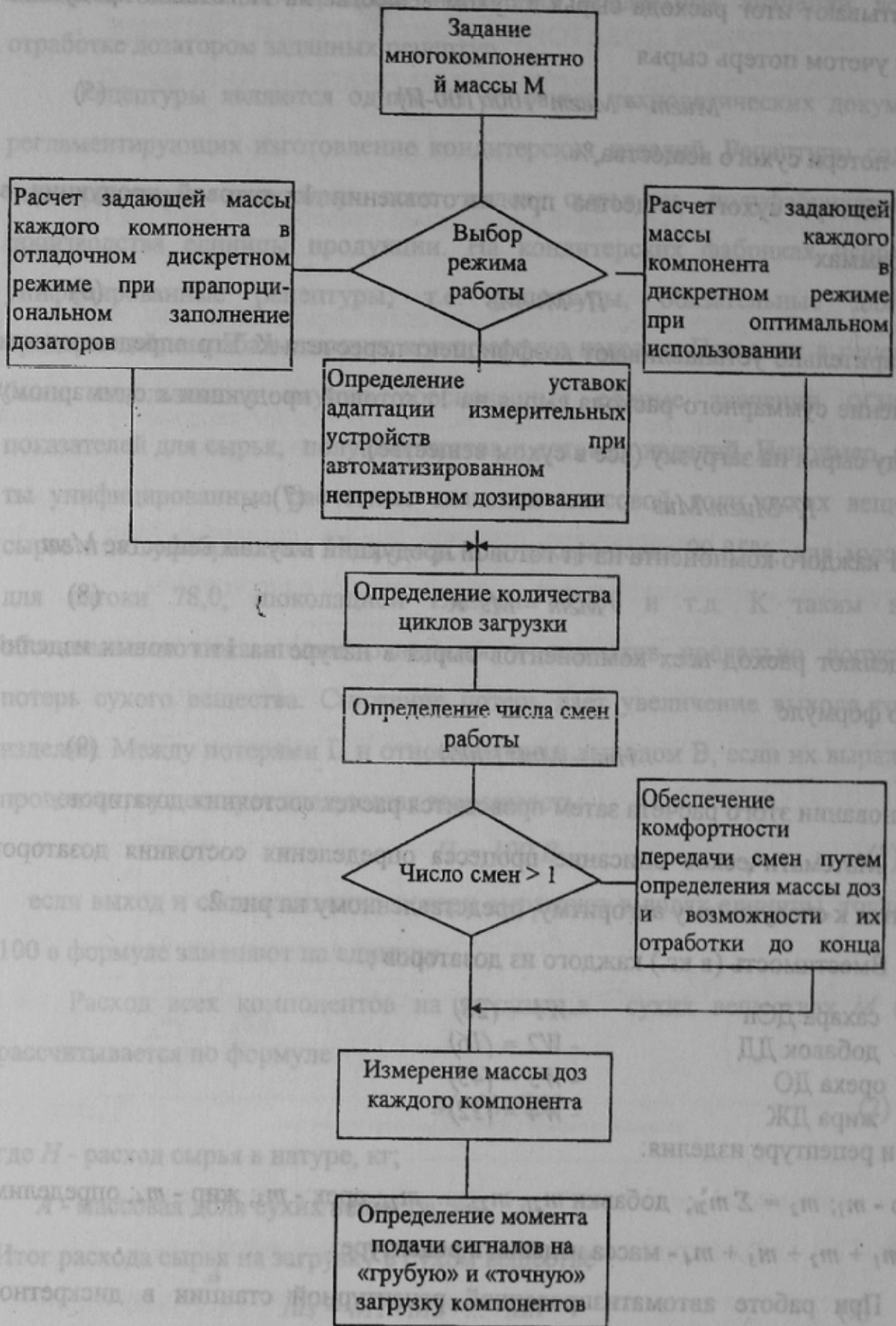


Рисунок 2 — Алгоритм многокомпонентного дозирования

Если \dot{I} - количество изделия, которое нужно изготовить, то находим соотношение:

$$\frac{m_1}{W_1}, \frac{m_2}{W_2}, \frac{m_3}{W_3}, \frac{m_4}{W_4}$$

и выбираем из них наибольшее. Пусть это будет : m_r / W_r . Значит для данной рецептуры дозатор будет полным, тогда как остальные дозаторы содержат необходимое количество компонент, соответствующее полному дозатору и не переполнены.

Вычислим $k = M/m$ и необходимое количество каждого компонента для получения массы M изделия данной рецептуры будет:

$$M_1 = km_1 - \text{сахар}; \text{ добавки: } M_{21} = km_{21}, M_{22} = km_{22}, \dots, M_{25} = km_{25}$$

$$M_2 = \sum_{i=1}^s km_{2i} = k \sum m_{2i} = km_2; \text{ орех: } M_3 = km_3; M_4 = km_4$$

1) Если $M_r \leq W_r$, то для изготовления M изделий нужен один цикл.

2) Если $M_r > W_r$ (то одного цикла недостаточно).

Представим $M_r = W_m + \overline{M}_r$, где $\overline{M}_r < W_r$, n - число циклов, в которых W_r полный и в $n+1$ цикле дозатор вместимости W_r неполный.

$$n = \left[\frac{M_r}{W_r} \right] - \text{целая часть.} \quad \overline{M}_r = M - W_m$$

- Обозначим $\frac{W_r}{m_e} = \alpha$. Тогда для каждого из n полных циклов потребуется следующее количество компонент:

$$P_1 = m_1 \cdot \alpha - \text{сахар}$$

$$\text{Добавки: } P_{21} = m_{21} \cdot \alpha \quad P_{22} = m_{22} \cdot \alpha \quad P_{2s} = m_{2s} \cdot \alpha$$

$$P_2 = \sum P_{2i} = m_2 \cdot \alpha - \text{добавки}$$

$$P_3 = m_3 \cdot \alpha - \text{орех}$$

$$P_4 = m_4 \cdot \alpha - \text{жир}$$

$$P_r = m_r \cdot \alpha = m_r \frac{W_r}{m_r} = W_r \tag{10}$$

Остальные дозаторы не будут переполнены. В самом деле при $i = r$, т.к.

$$\frac{m_r}{W_r} \geq \frac{m_i}{W_i}, \text{ следовательно: } \frac{W_r}{m_r} \leq \frac{W_i}{m_i}, \text{ то мы имеем:}$$

$$P_i = m_i \cdot \alpha = m_i \cdot \frac{W_r}{m_r} \leq m_i \cdot \frac{W_i}{m_i} = W_i, \quad \text{т.е.} \quad P_i \leq W_i \quad (11)$$

Для остатка ($n + 1$ -го цикла), имеем. $\overline{M}_r = M_r - W_r \cdot n$. Найдем $\beta = \frac{\overline{M}_r}{m_r}$.

Расчет количества компонент для $n + 1$ -го цикла будет:

$M_1 = \beta \cdot m_1$ – сахар. Добавки: $M_{2i} = \beta \cdot m_{2i}; i = 1, 2, \dots, s; \overline{M}_2 = \beta \cdot m_2$

$\overline{M}_3 = \beta \cdot m_3$ – орех, $\overline{M}_4 = \beta \cdot m_4$ – жир.

В этом цикле все дозаторы неполные. Выход продукта:

$$M = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot n + M_1 + M_2 + M_3 + M_4 \quad (12)$$

При работе рецептурной станции в дискретно-непрерывном режиме, когда все дозаторы заполняются полностью

С учетом рецептуры изделия обозначим : сахар – m_1 ,

добавки – $m_{21}, m_{22}, m_{2s}, \dots, m_2 = \sum m_{2i}$; орех – m_3 ; жир – m_4 .

Тогда: $m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$ - масса изделия в рецептуре. Если M - количество изделия, которое необходимо изготовить, то обозначим: $k = M / m$. Тогда необходимое количество каждого компонента для получения массы M изделия будет:

$$M_1 = k \cdot m_1 \quad \text{– сахар,}$$

Добавки:

$$\left. \begin{aligned} M_{21} &= k \cdot m_{21}, M_{22} = k \cdot m_{22}, \dots, m_s = k \cdot m_{2s} \\ M_2 &= k \cdot m_2, M_3 = k \cdot m_3 \text{ – орех, } M_4 = k \cdot m_4 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Станция работает в дискретно- непрерывном режиме :

если какой-либо из дозаторов окажется пустым - она останавливается и соответствующий дозатор заполняется полностью. Приведем расчет каждого компонента добавок для заполнения смесителя добавок.

Найдем $\gamma = \frac{W_2}{m_2} = \frac{16}{m_2}$, где: W_2 - вместимость смесителя; m_2 - масса добавок в рецептуре. Тогда для заполнения СД и ДД понадобится след. количество каждого компонента:

$$\left. \begin{aligned} P_{21} &= m_{21} \cdot \gamma, P_{22} = m_{22} \cdot \gamma, \dots, P_{2s} = m_{2s} \cdot \gamma \\ (P_2 = \sum P_{2i} = \sum m_{2i} \cdot \gamma = \gamma \sum m_{2i} = \gamma \cdot m_2 = \frac{W_2}{m_2} \cdot m_2 = W_2) \end{aligned} \right\} (14)$$

– Смеситель заполняется полностью.

Количество циклов можно расчитать по тому дозатору, который быстрее всего опорожняется для данного рецепта.

Для этого вычислим: $\frac{m_1}{W_1}, \frac{m_2}{W_2}, \frac{m_3}{W_3}, \frac{m_4}{W_4}$ выберем наибольшее из них.

Пусть это будет $\frac{m_r}{W_r}$. Значит, дозатор вместимости W_r будет быстрее всего опорожняться. (Это для большинства рецептов будет ДСп).

1) Если $M_r \leq W_r$, то мы в каждый дозатор подаем количество компонентов рассчитанное по формулам (1) и заказ выполнен.

2) Если $M_r > W_r$, то представим $M_r = W_r \cdot n + \overline{M_r}$, где $0 \leq \overline{M_r} < W_r$, n – число циклов, в которых заполняется дозатор вместимости W_r . (При заполнении дозатора W_r , можно дозаполнять остальные). $n = \left\lfloor \frac{M_r}{W_r} \right\rfloor$ – целая часть – это число

циклов. В начале каждого цикла все дозаторы заполняются полностью, при утом ДД наполняется с использованием формул (1-11).

Выводы

Предложенное математическое описание используется при определении параметров технологического процесса дозирования компонентов и экспертной оценке точности отработки рецептур.

Литература

1. Соломонов П.И. и др. Производство конфет. - М.: Пищевая промышленность. 1965.- 327с.
2. Григорьев Ф.Б. Улучшение качества и обновление ассортимента кондитерских изделий. - М.: Наука. 1963. - 28с.