

УДК 664.696.4

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРґАНУ ГРАНУЛЯТОРА ДЛґЯ ОТРИМАННЯ ГРАНУЛ НА ОСНОВІ ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ**

Червоткіна О.О., аспірант\*

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Фучаджи Н.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

***Анотація*** - робота присвячена дослідженню параметрів робочого орґану гранулятора з плоскою матрицею. Розглянуті особливості технологічного процесу гранулювання овочевої м'язги зубчатим пресом.

***Ключові слова*** - гранулювання, матриця, матричний канал

*Постановка проблеми.* Необхідність широкого залучення до господарського звороту вторинних сировинних ресурсів (відходів виробництва) і здобуття з них додаткової продукції харчового, кормового і технічного призначення підкреслюється у Законі України «Про охорону навколишнього середовища», в Законі України «Про відході» і в «Програмі використання відходів виробництва та споживання».

Переробка нестандартної сировини і утилізація відходів виробництва безпосередньо на харчових підприємствах, де вони утворюються, з метою здобуття продуктів харчування, підвищує економічну ефективність їх виробництва.

У цьому випадку ефективність перетворення відходів у харчові продукти не залежить від їх початкової вартості, яка або незначна, або дорівнює нулю.

Ми передбачаємо розробку якісно нових харчових продуктів з функціональними властивостями, що роблять позитивний вплив на різні системи людського орґанізму і його стан у цілому. Одним з раціональних способів вирішення цієї проблеми може бути гранулоутворення.

*Аналіз останніх досліджень.* Великий вклад у розробку теоретичних та практичних основ з розробки напівфабрикатів з плодоовочевої сировини внесли вітчизняні вчені: Г.В. Дайніченко, А.А. Дубініна, І. М. Беляєва, Н. В. Пархаєва.

---

© Червоткіна О.О., аспірант, Олексієнко В.О., к.т.н., доцент, Фучаджи Н.О., к.т.н.

\* *Науковий керівник - к.т.н., доцент Олексієнко В.О.*

*Формулювання цілей статті.* Згідно нових технологій використання відходів переробки овочів у харчовій промисловості, передбачається створення гранул з овочевих мас. Основним завданням дослідження була розробка технологій, які задовольняють ефективно використовувати відходи сокового виробництва. Рациональним рішенням цього питання передбачається гранулоутворення овочевих мас.

*Основна частина.* Особливостями технологічного процесу гранулювання вітамінозбагаченої суміші зубчастим пресом є:

– подача матеріалу обмежується тільки умовами захвату суміші зубчастим колесом;

– проштовхування стислої м'язги починається з моменту підвищення сили стискання, що діє, на силу опору входженню матеріалу в матричний канал;

– геометрія каналу і його довжина є самостійними чинниками, що істотно впливають на опір проштовхуванню;

– порційне втискання м'язги в матричний канал і достатня тривалість знаходження матеріалу в ньому до виходу готових гранул, релаксаційні процеси в значній мірі сприяють їх зміцненню

При гранулюванні дисперсного матеріалу, яким являється м'язга, всі зазори, вовка, обумовлені геометрією або технологією виготовлення евольвентного профілю, частково заповнюються продуктом, що раніше пресувався, і при встановленому технологічному процесі на нього не впливають.

Початок стискання матеріалу між вальцем і матрицею обмежується кутом тертя м'язги об поверхню сталевого колеса і матриці, і кутом внутрішнього тертя. Позначаємо його як кут тертя приведений. Отже, кут початку дії на метеріал, рівний  $\varphi$  приведенному куту тертя, а тривалість дії  $t = \varphi/w$ .

Наступна порція продукту не більш ніж

$$t_{н.н.} \frac{\pi D}{2w} = \frac{\pi D}{2\pi n D} = \frac{1}{2n}, \quad (1)$$

$$t_{н.н.} = \frac{1}{2} T \quad (2)$$

де  $D$  – діаметр матриці;

$T$  – період обертання вальця.

Період стискання суміші до утворення замкнутого простору у западині при проходженні головки зуба вальця характеризується несуворо обмеженим об'ємом, так як не окреслюється поверхнями елементів вальця та матриці. Це відбувається завдяки тому, що зубчаста поверхня вальця не має абсолютного прилягання.

З вираження Рибкіна Є.А. та Усова А.А.(135) він рівняється:

$$\varphi_1 = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi \varepsilon}{Z}, \quad (3)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт перекриття зубчастих коліс;  
 $Z$  – число зубців

Для рівновеликих коліс (5) коефіцієнт перекриття

$$\varepsilon = \frac{Z}{\pi} \cdot (\operatorname{tg} \alpha_e - \operatorname{tg} \alpha), \quad (4)$$

де  $\alpha_e$  – кут радіуса – вектора евольвенти у вершині зуба, рад.

Тоді

$$\varphi_1 = 2\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha_e, \quad (5)$$

де  $\alpha_e$  – кут радіус – вектора евольвенти у вершині зуба, рад;  
 $\varphi_1$  – кут формування закритої камери, рад;  
 $\alpha$  – кут щеплення, рад;  
 $\varphi$  – приведений кут тертя, рад.

Для більш раннього формування закритої камери пресування у западині необхідне максимальне використання граничної лінії зчеплення. У цьому випадку  $\varepsilon = 1$  і

$$\varphi_1 = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi}{Z}. \quad (6)$$

Зі збільшенням числа зубців кут формування закритої камери пресування наближується до кута зчеплення (зборки)  $\alpha = 20^\circ$ .

Довжина практичної лінії зчеплення збільшується зі збільшенням кіл головки. Для рівновеликих коліс(5)

$$L_k = 2\sqrt{R_e^2 - r_o^2} - A \sin \alpha, \quad (7)$$

де  $R_e$  – радіус кіл головки зуба, м;  
 $r_o$  – радіус основного кола, м  
 $r$  – радіус початкового (ділильного) кола м;  
 $A$  – міжцентрова відстань, м.

Цього можливо досягти шляхом збільшення числа зубців при незмінному модулі. Але такий шлях веде до збільшення габаритів колес.

Ковзання профілей обумовлено специфікою евольвентного зчеплення у силу відмінності кривих, які окреслюють зубці від центроїд, які перекочуються один від одного без ковзання.

Швидкість ковзання для однакових коліс рівна

$$v_{ck} = 2wl, \quad (8)$$

де  $l$  – перемінна відстань від точки дотику зубців до полюса зчеплення, м.

Відстань  $l$  визначається вздовж лінії зчеплення і зростає при її збільшенні  $t = \pi m$ .

Товщина шару суміші в процесі обертання колеса визначається із залежності

$$H = D_o[1 - \cos(\varphi - wt) + \delta], \quad (9)$$

де  $D_o$  – ділильний діаметр кола вальця, м;

$w$  – кутова швидкість обертання коліс, рад/с;

$t$  – час, с

$\delta$  – зазор між головкою зуба і дном западини  $\delta = m$ ;

На початку руху ( $t=0$ ) товщина шару

$$H = D_o(1 - \cos \varphi) + \delta, \quad (10)$$

і визначається тільки кутом тертя суміші по сталі.

Якщо розглянути ситуацію при  $t = \frac{\varphi}{w}$  наприкінці повороту коліс

кут  $\varphi$ ,

$$\text{то} \quad H_{\min} = \delta = m, \quad (11)$$

де  $m$  – модуль зуба, м

Значить, граничне значення ступеня стиснення суміші в даному робочому органі теоретично може бути рівне,

$$\lambda_{\text{пред}} = \frac{H_{\max}}{H_{\min}} = \frac{D_o}{\delta}(1 - \cos \varphi) + 1, \quad (12)$$

або

$$\lambda_{\text{пред}} = 4Z(1 - \cos \varphi) + 1, \quad (13)$$

де  $Z$  – кількість зубців вальця.

Отже, можливості преса зубчастого типу за ступенем стиснення прямо пропорційні діаметру коліс, а в умовах незмінності прямого модуля - пропорційні числу зубів.

Поточне значення ступеню стиску при повороті колеса дорівнює

$$\lambda = \frac{H_{\max}}{H} = \frac{D(1 - \cos \varphi) + \delta}{D[1 - \cos(\varphi - wt)]}, \quad (14)$$

а в момент утворення закритої камери у просторі між вальцем і матрицею величина  $\lambda$  прийме значення

$$\lambda_1 = \frac{D(1 - \cos \varphi) + \delta}{D[1 - \cos(\varphi - wt)]}, \quad (15)$$

так як

$$\varphi - wt = \varphi_1 - \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi}{Z}. \quad (16)$$

Цього ступеня стиснення має бути достатньо для створення напруги в суміші, відповідного початку проштовхування її у матричний канал. Напруга суміші буде відповідати напрузі в сформованій гранулі

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{D(1 - \cos \varphi) + \delta}{D(1 - \cos \varphi) \delta} = \rho_0 \frac{4Z(1 - \cos \varphi) + 1}{4Z(1 - \cos \varphi_1) + 1}. \quad (17)$$

Звідки мінімальне число зубів коліс буде визначатися виразом  
Даний вираз має сенс при дотриманні умови

$$(1 - \cos \varphi) \rho_0 > (1 - \cos \varphi_1) \rho_2, \quad (18)$$

або

$$\frac{(1 - \cos \varphi)}{(1 - \cos \varphi_1)} > \frac{\rho_2}{\rho_0}. \quad (19)$$

Мабуть, це можливо для матеріалів з великими коефіцієнтами тертя. Якщо вираз (19) вирішити відносно  $\varphi_1$ , отримаємо умову:

$$\varphi_1 > \arccos \left[ 1 - (1 - \cos \varphi) \frac{\rho_0}{\rho_2} \right]. \quad (20)$$

Підставивши (20) у вираз (15), після перетворення нерівності  
отримаємо умову

$$Z_{\min} > \frac{\pi}{\arccos \left[ 1 - (1 - \cos \varphi) \frac{\rho_0}{\rho_2} \right] - \operatorname{tg} \alpha}. \quad (21)$$

Таким чином, щоб забезпечити в зубчастому пресі стиск до моменту закриття міжзубового простору і проштовхування максимально можливої порції суміші в матричні отвори, число зубів коліс має задовольняти умові (21).

Умова здійснима для матеріалів з великим коефіцієнтом тертя, високою початковою щільністю і невеликим ступенем стиснення до кінцевого стану.

В інших випадках необхідно відступати від цієї умови і заключну стадію стиснення матеріалу переносити на умови замкненої камери пресування, вимушено знижуючи продуктивність установки.

*Висновки.* За допомогою способу гранулювання овочевої м'язги можливо створити нові продукти харчування, які можливо використовувати в повсякденному харчуванні. Переробка нестандартної сировини безпосередньо на харчових підприємствах, де вони утворюються, з метою здобуття продуктів харчування підвищує економічну ефективність їх виробництва.

#### Література:

1 *Богатырев А.Н.* Качество пищи и культура питания [Текст]/А.Н. Богатырев //Пищевая промышленность -2006.-№7.С.70-71.

2. *Дайниченко Г.В.* Використання наповнювача з гарбуза у виробництві м'якого морозива / Проблема та перспективи створення і провадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузі харчової і переробної промисловості. – Харків.: ХДУХТ. -2000.-Ч.ІІ-С.44

3. *Дьяченко В.С.* Овощи и их пищевая ценность [Текст]/ В.С.Дьяченко. –М.: Россельхозиздат,1979-157с.

4.*Пархаева Н.В.* Технологія напівфабрикату багатофункціонального призначення з гарбуза: автореф. Дис. канд. техн.. наук: 05.18.16-19.05.2000 – Харків: ХДАТОХ, 2000,-21с.

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРАНУЛЯТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛ НА ОСНОВЕ ОВОЩНОГО СЫРЬЯ**

Червоткина А.А., Алексеенко В.А., Фучаджи Н.А.

**Аннотация – работа посвящена исследованию параметров рабочего органа гранулятора с плоской матрицей. Рассмотрены особенности технологического процесса гранулирования овощной мезги зубчатым прессом.**

## **GROUND OF PARAMETERS OF WORKING ORGAN OF GRANULYATORA FOR RECEIPT OF GRANULES ON BASIS OF VEGETABLE RAW MATERIAL**

A. Chervotkina, V. Olekseenko, N Fychadzhu

#### *Summary*

**Work is devoted research of parameters of working organ of granulation with a flat matrix. Considered features of technological process of granulation of vegetable myazgi by a toothed press.**