

УДК 664.002.5

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРАВЛІЧНОГО ТРАКТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗЛИВУ ЗА УМОВ ОПТИМАЛЬНОГО ПОЄДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Змеєва І.М., к.т.н.

Подільський державний аграрно-технічний університет

Тел. (03849) 2-55-49

Анотація – робота присвячена наведенню методики визначення параметрів гідравлічного тракту для підвищення продуктивності та точності процесу розливу за умов оптимального поєднання технологічних факторів та конструктивних параметрів.

Ключові слова - рідкі харчові продукти, продуктивність, точність дозування, гідравлічний тракт, методика.

Постановка проблеми. Перехід економіки України на ринкові відносини диктує необхідність розробки та впровадження нового більш продуктивного обладнання для розливу харчових рідин. Вдосконалення фасувального обладнання повинно бути направленим на підвищення технічного рівня та якості, в тому числі на збільшення продуктивності, покращення технологічних характеристик без суттєвого збільшення затрат на виготовлення та експлуатацію.

Оптимізація технологічного процесу розливу харчових рідин з метою підвищення продуктивності роботи фасувального обладнання та покращення точності процесу розливу є вагомим проблемою сьогодення.

Продукція вітчизняних заводів з виробництва обладнання для розливу різних харчових продуктів, за конструктивними особливостями й технічним рівнем, не поступається зарубіжним аналогам, має значно нижчу продуктивність.

Широке розповсюдження обладнання для розливу харчових рідин вимагають розробки більш продуктивних та малоенергоємних розливальних пристроїв для підвищення конкурентоспроможності підприємств на сучасному ринку.

В даний час, як в Україні так і за її межами, одним із перспективних напрямків у вдосконаленні фасувального обладнання для розливу харчових рідин, з метою збільшення продуктивності без

збільшення кількості пристроїв для розливу, вбачається можливість значного підвищення ефективності виробництва.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження існуючих технологічних схем розливу показав, що їх розгалуженість пов'язана насамперед із використанням низькоефективного технологічного обладнання. Такий стан спричиняє необхідність включення до складу технологічної лінії значної кількості спеціалізованого обладнання, застосування додаткових технічних засобів та дублювання технологічних машин за призначенням.

Вагомий внесок в розвиток теорії і техніки фасувального обладнання для розливу харчових рідин зробили закордонні та вітчизняні вчені: К. Кларк, Х. Брандон, Н.Ф. Харитонов, П.Н. Галасов, С.І. Цитовський, К.П. Гетманов, І.А. Степанов, Д.А. Ярмолинський, В.Г. Студилін, Ц.Р. Зайчик, В.А. Костін, С.М. Шамшурко, О.М. Гавва та ін.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури показав, що при розробці режимів та параметрів фасувального обладнання, з метою підвищення його продуктивності, найбільш доцільно застосувати вплив технологічних та конструктивних параметрів на гідродинамічну поведінку харчової рідини в каналах даного обладнання [1,2].

Таким чином, підвищення продуктивності фасувального обладнання є актуальним і важливим, та має необхідність ґрунтовного дослідження пристроїв для фасування та дозування харчових рідин, на прикладі освітленого яблучного соку, для вдосконалення обладнання з метою збільшення продуктивності та точності процесу розливу.

Постановка завдання. Метою статті є наведення методики визначення параметрів гідравлічного тракту для підвищення продуктивності та точності процесу розливу за умов оптимального поєднання технологічних факторів та конструктивних параметрів.

Основна частина. Об'єктом дослідження є технологічна операція розливу освітленого яблучного соку в споживчу тару.

Предметом дослідження є технологічні, конструктивні та кінематичні параметри пристрою для розливу освітленого яблучного соку до зазначеного рівня у взаємозв'язку з показниками продуктивності та точності процесу розливу.

Для створення промислового зразка пристрою для розливу харчової рідини до зазначеного рівня [3], за наведеною методикою, використовували розрахункові залежності отримані за допомогою *FLOTTRAN CFD* аналізу програмного комплексу *ANSYS* [4] та експериментальні дані, отримані з дослідження експериментальної установки пристрою для розливу [5].

Пропускна здатність машини для розливу повинна відповідати наступній умові

$$Q_m \geq Q_l, \quad (1)$$

де Q_m – необхідна механічна пропускна здатність машини, м³/год;

Q_l – пропускна здатність лінії, м³/год.

Пропускную здатність машини для розливу Q_m , м³/с, визначають за формулою [6]

$$Q_m = \mu \cdot \pi \cdot h \cdot \sin \alpha \left(d_m - \frac{1}{2} h \cdot \sin 2\alpha \right) \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1 + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \dots + \zeta_i}},$$

де d_m – внутрішній діаметр ущільнюючої манжети, м, $d_m = 0,05$ м;

h – висоти підйому манжети відносно направляючої, м;

H – висота рівня рідини в дозаторі, м;

α – кут нахилу направляючої, град.;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

μ – коефіцієнт витрат, що характеризує опір зливного тракту ($\mu = 0,5 \dots 0,65$) [2, 6, 7];

$\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots, \zeta_i$ – коефіцієнти місцевих опорів (конфузор, дифузор, раптове звуження, розширення, перепона, тощо) [6].

За результатами експериментальних досліджень [5] h – висота підйому манжети відносно направляючої повинна знаходитися в межах від 8 до 13 мм; H – діапазони висоти стовпа рідини в пристрої для розливу не повинні виходити за межі 0,4 м, а кут нахилу направляючої α – повинен знаходитися в межах від 30 до 45 град.

Визначаємо час τ , с, необхідний для наповнення однієї пляшки

$$\tau = \frac{3600 \cdot m}{Q_m}, \quad (2)$$

де τ – час наповнення однієї пляшки, с;

m – кількість пристроїв для наповнення, шт.

По відомим законам гідравліки час τ , с, наповнення тари до зазначеного рівня визначається за формулою

$$\tau = \frac{Q_m}{\mu \cdot S_n \sqrt{2gH}}, \quad (3)$$

де Q_m – об'єм рідини в тарі, м³.

Площа перерізу зливного каналу S_n , м², визначається за формулою

$$S_n = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2), \quad (4)$$

де D – діаметр зливного каналу в даному перерізі, м;
 d – діаметр повітряної трубки, м.

Згідно умов розливу маємо наступну нерівність

$$S_{n\phi} \geq S_n, \quad (5)$$

де $S_{n\phi}$ – площа перерізу повітряної трубки, м²,

$$S_{n\phi} = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (6)$$

підставивши в формулу (4) формули (5) та (6) отримаємо

$$\frac{\pi d^2}{4} \geq \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2). \quad (7)$$

$$\text{Тоді} \quad d^2 = D^2 - d^2, \quad (8)$$

$$\text{звідки} \quad 2d^2 = D^2. \quad (9)$$

Враховуючи товщину стінки повітряної трубки k , мм, діаметр D , м, зливного каналу визначиться

$$D = d\sqrt{2} + 2k, \quad (10)$$

де k – товщина стінки повітряної трубки, мм ($k = 1,5 \dots 2$ мм).

Зробимо підстановку в формулу (3) отримаємо

$$\tau = \frac{4Q_m}{\pi \mu d^2 \sqrt{2gH}}, \quad (11)$$

Звідси визначимо діаметр повітряної трубки

$$d = \sqrt{\frac{4Q_m}{\pi \mu \tau \sqrt{2gH}}}. \quad (12)$$

Кутова швидкість каруселі ω , рад/с, визначається за формулою

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (13)$$

де n - частота обертання каруселі, об/ хв.

Тривалість одного оберту T , с, каруселі визначається згідно формули

$$T = \frac{1}{\omega}, \quad (14)$$

де T – тривалість одного оберту каруселі, с.

Кількість обертів каруселі n_k , об/хв., визначається

$$n_k = \frac{60}{T}, \quad (15)$$

Для попередніх розрахунків потужності N_m , кВт, машини можна користуватися наступною формулою

$$N_m = \frac{G_m \cdot \pi \cdot d_1 \cdot \omega}{1000}, \quad (16)$$

де G_m – вага машини, кг;

d_1 – діаметр кола по центрам куль упорного підшипника головного вала, м $d_1 = 0,3$ м;

ω - кутова швидкість каруселі, рад/с.

Сумарна потужність на головному валу автомата N , кВт, визначається

$$N = \frac{N_m}{\eta_k} \quad (17)$$

де η_k - ККД підшипників кочення, $\eta_k = 0,85$.

Дана методика дозволяє визначити параметри гідравлічного тракту для підвищення продуктивності та точності процесу розливу.

Література:

1. Ялпачик Ф.Ю. Вплив гідравлічної системи на продуктивність дозуючого пристрою. / Ф.Ю. Ялпачик, І.М. Змеєва // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – 2005. – Вип. 25. – С. 48 – 54.

2. Змеєва І.М. Обґрунтування методу визначення коефіцієнту витрат при розливі харчових рідин. / І.М. Змеєва // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – 2004. – Вип. 20. – С. 100 – 106.

3. Деклараційний патент на винахід 64321 А Україна, МПК В67С3/16. Пристрій для розливу рідини / Ф.Ю. Ялпачик, О.В. Гвоздєв, І.М. Змеєва; заявник та патентовласник ТДАТА (Україна). – №2003054252; заявл. 12.05.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл.№2. – 5 с.

4. Кюрчев С.В. Чисельне моделювання процесу наповнення скляної тари харчовою рідиною / С.В. Кюрчев, І.М. Змеєва // Праці

ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ. – 2012. – Вип. 41. – Т.1. – С. 182 – 187.

5. Змеєва І.М. Підвищення продуктивності та точності процесу розливу за умов оптимального поєднання технологічних факторів та конструктивних параметрів гідравлічного тракту / І.М. Змеєва // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2016. – Вип. 16. – С. 248 – 253.

6. Змеєва І.М. Вплив коефіцієнтів місцевих опорів розливної системи на продуктивність дозуючого пристрою / І.М. Змеєва С.В. Кюрчев, Ф.Ю. Ялпачик, М.І. Стручаєв // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2013. – Вип. 13. – Т.7. – С. 21 – 27.

7. Ялпачик Ф.Ю. Обґрунтування методу визначення коефіцієнту витікання з урахуванням числа Рейнольдса. / Ф.Ю. Ялпачик, І.М. Змеєва // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2010. – Вип. 10. – Т.3. – С. 209 – 214.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТРАКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ТОЧНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗЛИВА В УСЛОВИЯХ ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Змеєва І.Н.

Аннотация – Работа посвящена методике определения параметров гидравлического тракта для повышения производительности и точности процесса разлива в условиях оптимального сочетания технологических факторов и конструктивных параметров.

METHOD FOR DETERMINATION OF HYDRAULIC TRACT PARAMETERS TO IMPROVE THE PERFORMANCE AND ACCURACY OF THE FILLING PROCESS WITH THE OPTIMAL COMBINATION OF TECHNOLOGICAL FACTORS AND STRUCTURAL PARAMETERS

I. Zmeyeva

Summary

The work is devoted to method of the determination parameters of hydraulic tract to improve performance and accuracy of the process bottling with the optimal combination of technological factors and structural parameters.