

ТЕХНІЧНІ НАУКИ. ТРАНСПОРТ

УДК 631.3.83

Сергій Щербаков, Павло Макенов, Ірина Попова
(Мелітополь)

ВИБІР ПРИВОДНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ШНЕКА МАКАРОННОГО ПРЕСУ

Представлений алгоритм вибору і здійснено вибір асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором нагнітаючого шнека макаронного пресу виробництва макаронних виробів, який забезпечує їх якісне виготовлення.

Ключові слова: приводний електродвигун, нагнітаючий шнек, прес, макаронні вироби, асинхронний двигун.

The algorithm of choice is presented and the choice of the asynchronous electric motor with a short-circuited rotor of the injection screw of the macaroni press of production of macaroni products which provides their qualitative production is carried out.

Key words: drive electric motor, injection auger, press, pasta, induction motor.

Макаронні вироби представляють собою висушене пресоване тісто, виготовлене з пшеничного борошна і води, з додаванням різноманітних збагачувальних і смакових добавок, сформованих у вигляді трубчатих або іншої форми виробів, які висушені до остаточної вологості не більше 13%, які можуть зберігатися у нормальних умовах на протязі одного року без зниження показників якості [1].

Залежно від форми макаронні вироби згідно ГОСТ 875-92 поділяються на наступні типи: трубчасті, ниткоподібні (вермішель), стрічкоподібні (локшина) і фігурні. Формування макаронних виробів здійснюється пресом, в якому відбувається заміс, ущільнення і пресування, вакуумування тіста, нарізка виробів, що випресовуються і обдув (попередня сушка виробів) [2].

Основним елементом макаронного пресу є пресуючий пристрій – шнек. Для визначення потужності привода макаронного пресу приймаємо вологість тіста 30% при тиску пресування 8МПа.

Шнек має наступні характеристики пресу[3]:

- діаметр вала 55мм;
- зовнішній діаметр 120мм;
- крок гвинтової лінії 100мм;
- частота обертання шнека 41 об/хв.;
- ширина гвинтової лопатки в нормальному перерізі по зовнішньому і внутрішньому радіусі відповідно 5 та 25мм;

Розрахунок ведеться за методикою, викладеною у [3, 4, 5]. Приймаємо коефіцієнт, що враховує якість пресування тіста. Згідно [6] $K_C = 0,9 \dots 0,95$. Приймаємо $K_C = 0,9$.

Визначаємо коефіцієнт заповнення міжвиткового простору шнека тістом K_{II} згідно [3].

$$K_{II} = \frac{\rho_H}{\rho_T} = \frac{\rho_H}{(12,9 - \frac{176,7}{W_1}) \cdot 10^{-3} \cdot p + 1,373}, \quad (1)$$

де ρ_H – густина насипного тіста, г/см³. Приймаємо з урахуванням початкової вологості тіста 30 %, згідно [4,5] густину насипного тіста $\rho_H = 0,719$ г/см³.

p – тиск пресування, МПа. Приймаємо 8 МПа.

W_1 – початкова вологість тіста, %. Початкової вологості тіста $W_1 = 30$ %;

Визначаємо густину спресованого тіста за емпіричною формулою [4,5]

$$\rho_T = (12,9 - \frac{176,7}{W_1}) \cdot 10^{-3} \cdot \rho + 1,373, \quad (2)$$

$$\rho_T = (12,9 - \frac{176,7}{W_1}) \cdot 10^{-3} \cdot 8 + 1,373 = 1,44 \quad \frac{г}{см^3}$$

Визначаємо коефіцієнт пресування тіста за формулою (1)

$$K_{II} = \frac{0,719}{(12,9 - \frac{176,7}{30_1}) \cdot 10^{-3} \cdot 8 + 1,373} = 0,5.$$

Визначаємо тангенс кута підняття гвинтової лінії шнеку за формулою

$$tg \alpha = \frac{S}{2 \cdot \pi \cdot R_{cp}}, \quad (3)$$

де R_{cp} – середній радіус шнека, см;

S – крок гвинтової лінії шнека, см.

Визначаємо середній радіус шнека за формулою

$$R_{cp} = \frac{R_1 + R_2}{2}, \quad (4)$$

де R_1 та R_2 – зовнішній і внутрішній радіуси шнеку, см. Для пресу типу зовнішній радіус $R_1 = 6$ см; внутрішній радіус шнеку $R_2 = 2,75$ см.

Згідно типу пресу, шаг витків гвинтової лінії шнеку дорівнює $S = 10$ см.

Визначаємо тангенс кута кут підняття гвинтової лінії за формулою (3)

$$tg \alpha = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{6 + 2,75}{2}} = 0,38.$$

Кут підняття гвинтової лінії нагнітаючого шнеку дорівнює $\alpha = 20^\circ$.

Фактична продуктивність нагнітаючого шнека

$$Q_\phi = 0,25 \cdot m \cdot \rho_T \cdot n \cdot (R_1^2 - R_2^2) \cdot (S - \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot \cos \alpha}) \cdot K_H \cdot K_{II} \cdot K_C, \quad (5)$$

де n – кількість обертання шнека, $хв^{-1}$. Згідно [4] $n = 41$ об/хв.;

m – кількість заходів шнека. Згідно [3] $m = 1$.

b_2 та b_1 – ширина гвинтової лопатки в її нормальному перерізі по зовнішньому та внутрішньому радіусі шнека, см. Згідно [4] $b_2 = 0,5$ см та $b_1 = 0,25$ см.

У рівнянні (5) теоретична продуктивність нагнітаючого шнеку

$$Q_T = 0,25 \cdot m \cdot \rho_T \cdot n \cdot (R_1^2 - R_2^2) \cdot (S - \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot \cos \alpha}), \quad (6)$$

$$Q = 0,25 \cdot 1 \cdot 1,44 \cdot 182 \cdot (6^2 - 2,75^2) \cdot (10 - \frac{2,5 - 0,5}{1,88}) = 1495 \quad \frac{m}{год}$$

Фактична продуктивність нагнітаючого шнека дорівнює

$$Q_\phi = 1495 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,95 = 0,896 \quad \frac{m}{год}$$

Потужність приводу нагнітаючого шнека

$$N = 215 \cdot 8 \cdot 182 \cdot 0,36 \cdot (6^2 - 2,5^2) \cdot 10^{-6} = 4,86 \quad кВт.$$

Вибір приводного електродвигуна нагнітаючого шнека пресу здійснюємо за рівнянням

$$P_{н.дв} \geq P_{розр.рм.} \quad (7)$$

де $P_{н.дв}$ - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

$P_{розр.рм}$ - розрахункова потужність робочої машини, кВт.

Розрахункова потужність робочої машини дорівнює потужності нагнітаючого шнеку $P_{розр.рм} = 4,86$ кВт..

Вибираємо для приводу нагнітаючого шнека пресу трифазний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором згідно з потужністю сталого режиму переміщення вантажу для тривалого номінального режиму S1 за умовою (3.1) з наступними технічними даними:

4АИР112М4У2, $P_n = 5,5$ кВт; 380 В/220 В; Y/Δ; $n_n = 1430$ об/хв.; $I_n = 11,4$ А;

$$\eta_n = 85,5 \% ; \cos \varphi_n = 0,86; \mu_m = \frac{M_m}{M_n} = 2,2; \mu_n = \frac{M_n}{M_n} = 2; \mu_{\min} = \frac{M_{\min}}{M_n} = 1,6;$$

$$k_i = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_n} = 7.$$

Помірне кліматичне виконання електродвигуна (У), ступенем захисту IP54 від доторкання персоналу до частин, що обертаються, та від потрапляння усередину обладнання твердих сторонніх тіл, а також від проникнення усередину оболонки води IP54; категорією розміщення 2. Надійність роботи двигунів серії АИР підвищена за рахунок використання ізоляції класу нагрівостійкості F.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Щербаков С.В., Попова І.О. Технологічне обладнання лінії з виробництва макаронних виробів. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф.: зб. наук. праць. Переяслав, 2020. Вип. 63. С. 518-521.
2. Щербаков С.В. Обґрунтування параметрів якості інгредієнтів при замісі тіста для макаронних виробів. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*. II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова: зб. тез доповідей. Мелітополь, 2020.
3. Гриценко В.В. Расчеты оборудования для производства хлебобулочных и макаронных изделий: учебное пособие к выполнению расчетных заданий по дисциплине «Оборудование для производства хлебобулочных и макаронных изделий». Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2011. 64 с.
4. Хроменков В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. 496 с.
5. Кошевой Е.П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. 232 с.