Форма № Н-9.02

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістр .

(освітнього рівня)

на тему: **Модернізація макаронного преса марки АМВ-100 з дослідженням процесу пресування тіста**

:

Виконав: студент *VI* курсу, групи *МОм-61*
спеціальності
133 "Галузеве машинобудування" .

(шифр і назва спеціальності)

		Гладій В.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		*Пилипець О.М.*
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		*Ворощук В.Я.*
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		*Пилипець М.І.*
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль - 2020 року

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра обладнання харчових технологій.

Освітній рівень *магістр*.

Спеціальність *133 "Галузеве машинобудування"*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Обладнання харчових технологій

д.т.н., проф. Вітенько Тетяна Миколаївна.

_____

_____2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Гладій Володимир Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Модернізація макаронного преса марки АМВ-100 з дослідженням процесу пресування тіста

Керівник проекту (роботи) *Пилипець Оксана Михайлівна – к.т.н.доц.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "25" *09* 2020 року № *4/7-672*

Строк подання студентом проекту (роботи) "20" *12.* 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Технічний паспорт та інструкції з експлуатації монтажу та технічного обслуговування і ремонту преса макаронного АМВ-100*

4. *Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.. Анотація. Огляд літературних джерел і патентів, аналіз прогресивних і конструктивних вирішень обладнання для пресування макаронних виробів. Обєкт й методи виконання роботи. Розроблення фізичної моделі робочої камери нагнітального вузла макаронного пресу АМБ-100. Фізичне моделювання. Обгрунтування фізичної моделі нагнітальної робочої камери. Методика аналізу робочого процесу преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.Теоретичні розрахунки мп. Розрахунок тістозмішувач. Розрахунок потужності нагнітаючого шнека преса макаронного вакуумного марки АМБ-100. Розрахунок продуктивності нагнітаючого шнека МП марки АМБ -100.Визначення точності роботи МП марки АМБ-100.Математичне моделювання процесу нагнітання тіста через питому енергію.Аналіз результатів теоретичного та експериментального досліджень конструктивних параметрів нагнітального шнека Розрахунок потужності модернізованого нагнітаючого шнека мп марки амб-100.Одержання та обґрунтування основних науково-технічних результатів досліджень процесу нагнітання тіста, з врахуванням фазових перетворень в об'ємі тіста.Аналіз результатів теоретичних досліджень процесу ущільнення і пресування тіста в зоні ущільнення.Санітарно-гігієнічні вимоги при роботі на пресі макаронному вакуумному марки АМБ-100. Надзвичайні ситуації техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.Принципи та способи захисту працівників при надзвичайних ситуаціях. Охорона навколишнього середовища.Загальні висновки.Список використаної літератури.*

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ЦЗ	*Стадник І. Я. д.т.н., проф*		
Охорони праці	*Кравець О.І.– к.т.н.,доц ,*		
Нормоконтроль	*Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.*		

7. Дата видачі завдання_____ "25.09" 2020 *року* .

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ..Аналіз сучасного обладнання, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження процесу. Мета і задачі дипломної роботи		
	. Обєкт й методи виконання роботи. Розроблення фізичної моделі робочої камери нагнітального вузла макаронного пресу АМБ-100.	.	
	Фізичне моделювання. Обгрунтування фізичної моделі нагнітальної робочої камери. Методика аналізу робочого процесу преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.Теоретичні розрахунки мп.		
	Розрахунок потужності нагнітаючого шнека преса макаронного вакуумного марки АМБ-100. Розрахунок продуктивності нагнітаючого шнека МП марки АМБ -100.Визначення точності роботи МП марки АМБ-100..	.	
	Визначення точності роботи МП марки АМБ-100.Математичне моделювання процесу нагнітання тіста через питому енергію		
	Аналіз результатів теоретичного та експериментального досліджень конструктивних параметрів нагнітального шнека Розрахунок потужності модернізованого нагнітаючого шнека мп марки амб-100.		
	Одержання та обґрунтування основних науково-технічних результатів досліджень процесу нагнітання тіста, з врахуванням фазових перетворень в об'ємі тіста.Аналіз результатів теоретичних досліджень процесу ущільнення і пресування тіста в зоні ущільнення.		
	Охорона навколишнього середовища.Загальні висновки.Список використаної літератури.		

Студент **Гладій Володимир**

Керівник проекту (роботи) _____ Пилипець О.М..

(підпис)

Анотація

Автор дипломної роботи: Гладій Володимир Павлович «Модернізація макаронного преса марки АМВ-100 з дослідженням процесу пресування тіста». Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня наукового магістра за спеціальністю 133 « *Галузеве машинобудування»,* «Обладнання переробних і харчових виробництв» – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2020.

Кваліфікаційна робота спрямована на дослідження та розробленні рішення по вдосконаленню процесу формування макаронних виробів. Розглянуто та запропоновано шляхи модернізації макаронного преса марки АМВ-100. Він ґрунтується на зміні конструкції НШ.

Проведено загальний огляд існуючих моделей ШП, процесів пресування. Розглянуто будову вибраної для модернізації преса його окремих складових, поставлено мету та задачі. Розроблено методику проведення дослідження. Проведено технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки пресу. Розроблено модель РК пресу для проведення досліджень, аналіз робочого процесу. Проведено експериментальні та теоретичні дослідження режимів роботи НШ преса макаронного. Проведенні розрахунків МП пов'язано з визначенням продуктивності, потужності приводів, геометричних параметрів ШП. Проведено визначення точності роботи МП марки АМБ-100**.**

Подано результати теоретичного та експериментального дослідження режимів роботи ШМ та аналіз зусиль, що діють. Розглянуто траєкторію переміщення елементарних частинок тіста в третій і четвертій зонах, де повністю сформована картина течії пластичної маси тіста.

В роботі розглянуто додержання безпеки у НС та правил експлуатації на підприємстві. Подано загальні висновки та перелік

посилань.

Ключові слова: тісто, прес, робоча камера.

ABSTRACT

Gladii Volodymyr Pavlovych. Work topic: Macaroni press AMB-100 retrofit including the study of dough extrusion process. - Qualification work for obtaining the educational qualification of Master degree of specialty 133 «Industrial Machinery Engineering». – Ternopil Ivan Puluj National Technical University. – Ternopil, 2020.

The qualification work deals with the research and development of solutions to improve the pasta forming process. Ways to retrofit the pasta press brend AMB-100 are considered and proposed. It is based on a change of the injection auger design.

General review of existing models of screw presses, pressing processes are carried out. Structure of chosen press for retrofit and its nodes is considered, set goals and objectives. Research methodology has been developed. The technological, kinematic and energy calculations of the press are carried out. The working chamber model of the press for researches is developed; the analysis of working process is carried out. Experimental and theoretical researches of work modes of the pasta press injection screw are carried out. Productivity, power of drives, geometrical parameters of the screw press has been defined. The accuracy of the AMB-100 pasta press is calculated.

The theoretical and experimental research results are presented,

Measures for labor protection and safety of emergency situations at the enterprise have been developed.

Key words: dough, press, working chamber.

Зміст

Вступ

1. Огляд літературних джерел і патентів, аналіз прогресивних і конструктивних вирішень обладнання для пресування макаронних виробів

1.1. Робочі процеси в технологічному обладнанні для виробництва макаронних виробів

1.2. Функціональні схеми макаронних пресів

1.2.1 Матриці

1.2.2 Механізми для різання макаронних виробів

1.2.3 Загальний опис конструкції і принцип дії преса макаронного вакуумного марки АМБ-2М

1.3. Обгрунтування техніко-економічної доцільності модернізації преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

2. Розроблення фізичної моделі робочої камери нагнітального вузла макаронного пресу АМБ-100

2.1 Фізичне моделювання

2.2. Обґрунтування фізичної моделі нагнітальної робочої камери

2.3. Методика аналізу робочого процесу преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

3. ЕТДРР нагнітального шнека преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

3.1. Теоретичні розрахунки МП

3.1.1.Розрахунок тістозмішувача

3.1.2. Визначення потужності нагнітаючого шнека преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

3.1.3. Розрахунок продуктивності нагнітаючого шнека МП марки

АМБ -100

3.1.4. Розрахунок матриць МП марки АМБ -100

3.2. Вибір параметрів нагнітаючого шнека МП марки АМБ – 100

3.3. Визначення точності роботи МП марки АМБ-100

3.4. Моделювання стадії перемішування компонентів в МП

3.5. Математичне моделювання течії тіста питомою енергію

4. РТЕД режимів роботи МП марки амб-100

4.1 Аналіз результатів ТЕДКП нагнітального шнека

4.2. Встановлення параметрів нагнітання модернізованого НШ МП марки АМБ-100

4.2.1. Розрахунок потужності модернізованого нагнітаючого шнека МП марки амб-100

4.3. Аналіз результатів теоретичних досліджень процесу ущільнення і пресування тіста в зоні ущільнення

4.4. Дослідження конструктивних параметрів матриць круглого і кільцевого січення

5 . Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Санітарно-гігієнічні вимоги при роботі на пресі макаронному вакуумному марки АМБ-100

5.1.1. Розрахунок освітленості приміщення

5.1.2.Розрахунок заземлення для забезпечення безпечної роботи преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

5.2. Надзвичайні ситуації техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру

5.2.1 Принципи та способи захисту працівників при надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки

Список використаної літератури

Додатки

Вступ

Почесне місце харчової промисловості визначається важливим її внеском у забезпеченні докорінного покращання якості продукції для населення і задоволення його потреб. За допомогою сучасних методів технологічної переробки рослинної сировини забезпечити виробництво продуктів харчування в потрібній кількості і необхідної якості борошняних виробів – макаронної продукції.

Подальший розвиток хлібопекарської промисловості вимагає максимального використання діючого обладнання: регулярно проводити заходи з підвищення продуктивності, зменшення енерго і матеріало – витрат, покращення якості отриманого продукту. Враховуючи вимоги сьогодення, актуальним залишається шлях модернізації МП марки АМВ-100, який широко використовується в промисловості. Модернізацію необхідно спрямувати на ефективність формування виробів.

Актуальність теми. МП має велике значення в механізованих потокових ліній у виробництві макаронних виробів. Він дозволяє підвищити продуктивність праці та ефективність виробничого процесу. Окрім позитивних характеристик МП головним недоліком є обмежена можливість формування виробів, так як вплив ШП на рух маси тіста за рахунок адгезії сповільнює процес. Відтак конструкція ШП потребує дослідження з його удосконаленням. Актуальним завдання є розроблення, дослідження ШП, що забезпечить ефективне пресування тіста через матрицю без зростання питомих енерговитрат.

Зв'язок роботи з програмами, темами. Дослідження в основі магістерської роботи відповідають науковому напрямку досліджень ТНТУ імені Івана Пулюя. Вони виконані в рамках кафедри «ОХ».

Мета і завдання досліджень. *Мета роботи* – підвищення ефективності пресування тіста ШП шляхом його модернізації з обґрунтування раціональних параметрів.

Досягнення магістерської роботи у вирішенні завдання:

- аналіз конструкцій та досліджень ШП і розробити передумови модернізації конструкції лопатей шнека;

- в 3Д моделювати ШП для проведення досліджень;

- провести дослідження руху тіста в робочій камері при дії шнека;

- обґрунтувати математичну модель при лії новим ШП;

- дослідити реологічні властивості в камері та розподіл зусиль на частинки тіста.

Об'єкт дослідження – процес пресування тіста.

Предмет дослідження – закономірності взаємозв'язку конструктивних параметрів ШП з тістом.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження при використанні моделювання, механіки, теорії механізмів, деталей машин. Апробацію рішень здійснено комп'ютерним моделюванням. Результати отримано за допомогою застосування сучасних засобів та методів вимірювань при використанні МПЕ. Статистичне проведено з використанням програм для ПЕОМ.

Наукова новизна отриманих результатів:

- одержало розрахунок матриць МП, що дозволило визначати вибір параметрів нагнітаючого шнека;

- удосконалено моделювання процесу нагнітання тіста через питому енергію;

- визначено дію зусиль і траєкторію переміщення тіста з урахуванням швидкості руху в РК.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено 3Д модель та визначено точності роботи МП марки АМБ-100. Встановлено фактори Зношування лопатей НШ марки АМБ – 100. Встановлено робочий процес модернізованого нагнітаючого шнека МП. Новизна використання модернізації можлива в навчальному процесі при дисципліні

«Технологічне обладнання хлібопекарських, кондитерських, макаронних та харчоконцентратних виробництв».

Особистий внесок здобувача. Робота виконана автором самостійно. Обґрунтовано конструкцію НШ, проведено розрахунки параметрів нагнітання тіста та його поведінка із характеристиками .

Апробація результатів дисертації. Проведено обговорення на наукових конференціях: Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», (28-29 листопада, Тернопіль, 2020 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 1 наукових праці, тези наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків і додатків.

Перелік умовних позначень

МП-макаронний прес;

ФММ-фізичне та математичне моделювання;

КС- камера стискання;

НШ-нагнітальний шнек;

ШП-шнековий прес;

РК- робоча камера;

РО-робочий орган;

МПЕ-математичного планування експерименту;

$F_л$ - площа лопаті нагнітальної;

$\varphi_З$ - кут нагнітача при спрацюванні стабілізатора.

ЕТДРР - експериментальні та теоретичні дослідження режимів роботи

W_T і W_B - вологість тіста, %; і вологість висушених виробів, відповідно, %;

Приймемо $W_T = 30\%$ і $W_B = 13\%$

G - продуктивність преса по сирих виробах, кг/год.

$П_{ПГ}$ – продуктивність макаронного преса, кг/год; $П_{ПГ} = 70$ кг/год;

f – коефіцієнт тертя

де: D - зовнішній діаметр нагнітаючого шнека, м;

d - діаметр валу нагнітаючого шнека, м; визначається з конструктивних міркувань;

t - крок гвинтової твірної нагнітаючого шнека, м;

δ - товщина витка нагнітаючого шнека, м;

ρ - середня щільність тіста (кг/м^3), визначається за діаграмою стану тіста;ψ - коефіцієнт подачі тіста, для нагнітачів з циліндричною гладкою поверхнею. ψ=0,2 – 0,3;

ω - кутова частота обертання нагнітаючого шнека, рад/с.

m - число робочих кроків шнека.

$fP_1 \cos\alpha = F$ - сила тертя на витках нагнітаючого шнека;

P_1 - навантаження на поперечний перетин «пластичної гайки», що діє в подовжньому напрямку шнека;

f - коефіцієнт тертя ковзання.

P_{MAX} - максимальний тиск;

$a = \frac{D}{d}$ - відношення діаметрів шнека і валу, $a = \frac{235}{50} = 4{,}7$

д z - кількість нагнітальних шнеків, z = 1;

D – зовнішній діаметр шнека, D = 0,235 м;

d - діаметр вала шнека, d = 0.05 м; H - крок шнека, H = 0,165 м; n - частота обертів шнека, n = 120 об/хв. = 2 $с^{-1}$;

ρ - об'ємна щільність житнього тіста, ρ = 1000 кг/$м^3$; k - об'ємний коефіцієнт подачі тіста для (одношнекових машин k = 0,25...0,3), k = 0,25.

T- температура, ˚С,

p- тиск у пресі, Па,

V- питомий об’єм сировини, $м^3$/кг;

W- лінійна швидкість переміщення сировини, м/с;

k - кількість компонентів сировини;

d – діаметр частинки, *м;*

d_c – середній діаметр частинок впродовж досліду за даної витрати стиснутого повітря, *м*;

m – кількість точок експерименту;

M_0, *M* – початкова та поточна маси твердої фази у будь-який заданий момент часу, *кг;*

t – температура, *˚С;*

V – об’єм, $м^3$;

Vc – об’ємна витрата, $м^3/с$;

ω_0 – фіктивна швидкість, *м/с*;

1. Огляд літературних джерел і патентів, аналіз прогресивних і конструктивних вирішень обладнання для пресування макаронних виробів

В макаронній галузі знаходяться в експлуатації шнекові преси різної модифікації. Розглянемо сучасні конструкції макаронних пресів.

1.1.Робочі процеси в технологічному обладнанні для виробництва макаронних виробів

Виробництво макаронних виробів має три повязані етапо-стадії: стадія виготовлення спец тіста, формування виробу шляхом пресування у джгути, сушіння виробу певної вологості.

Приготування макаронного тіста роблять ТМ машини. Це полягає у замішуванні рецептурних компонентів. Змішування дає поштовх до утворення гранульованого середовища. Середовище злипається при дії РО з утворенням грудок. Стадія ущільнення сприяє до створення однорідної маси. Однорідна маса без включень повітря поступає та формування маеаронів.

Особливість макаронного тіста полягає у реології, якщо порівняти з тістом для хлібопекарських виробів. Його замішують із пшеничного борошна з високою клейковиною крупного помелу з водою. Вологість тіста 28—32,5 %. Іноді до ецептури додають компоненти для покращення смакових властивостей.

Пластичне тісто однорідної структури отримують при тривалості змішування компонентів до 20-25 хв. Приготоване тісто передається на етап випресовування через спеціальні матриці. Матриці служать для надання виробу відповідної форми. Тому вологість тіста є в межах 21-30 %. Воно являє собою дрібні грудочки, що адекватно рухається прес- шнеком. Тому про такій дії на формування тіста, зберігається форма виробу.

При вологість тіста 31—32,5 % у ньому має місце крупні грудочки. Із-за

цього шнек погано заповнює свою порожнину РК. Тому воно є пластичне для формування виробів з гладкою поверхнею. Воно у випадках для отримання гнучких виробів.

Технологічний процес макаронів визначив загальну структуру схем пресів макаронних:

- переміщування є безперервної дії з дозуючою апаратурою борошна, води та компонентів у вигляді емульсій;
- почоткове утворення суміші еомпонентів має відбуватися в обладнаних спеціальних камерах для попереднього змішування при інтенсивній механічній обробці;
- оптимальні сприятливі умови для кожної стадії макаронного тіста. Вони гцнтуються на використанні багатьох РК з РО різної конструкції.

Вакуумування тіста відбувається в процесі замішування прямо в РК, або після змішування на стадії пресування на дільниці шнеку. У першому випадку якість вакуумування значно вища, тому що в порожнині нагнітаючого шнека тісто знаходиться вже в достатньо щільному вигляді і повітря важко з нього видалити.

Для проведення вакуумування тиск повітря в камерах змішувачів знижують до залишкового тиску 10—40 кПа. У цьому випадку тривалість процесу видалення повітря 5—7 хв.

1.2 Функціональні схеми макаронних пресів

Склад сучасного МП має вузли та пристрої. Во служать для забезпечкння виробів високої якості. До складу входить: зволожувачі, змішувачі, ШП з матрицями, МРСВ, пристрій вакуумний в МК та порожнині шнека. Також є пристрій на виході з матриці для обдування сирих виробів. Механізми допоміжні для зміни матриць. Однозначно має бути в МП комплект апаратури для дозування борошна та компонентів рідини.

В подальшому МП буде розглядатися ШП так як є основою його частинти. Розглянемо структурні схеми макаронних пресів по мірі їх розвитку та вдосконалення для того, щоб зрозуміти тенденцію проектування та конструювання сучасних моделей цього обладнання. Перші конструкції тістозмішувачів мали одну камеру, в подальшому кількість збільшилась до трьох.

Однокамерні тістозмішувачі. В наш час на макаронних підприємствах ще використовуються однокамерні конструкції вітчизняного виробництва для отримання макаронного тіста з хлібопекарського борошна. Робочим органом машини є горизонтальний вал із закріпленими на ньому по гвинтовій лінії лопатями, пальцями та штовхачем. Тривалість замішування тіста та інтенсивність цього процесу можна збільшити за рахунок варіювання місць встановлення лопаток на валу та кута нахилу лопатей, що змінює їх перемішуючу здатність. Тривалість замішування тіста знаходиться в межах 10 хв, що вважається недостатнім.

Для досягнення більшої компактності однокамерні змішувачі мають привод загальний з пресувальним шнеком.

Функціональна схема їх представлена на рис. 1.1. а.

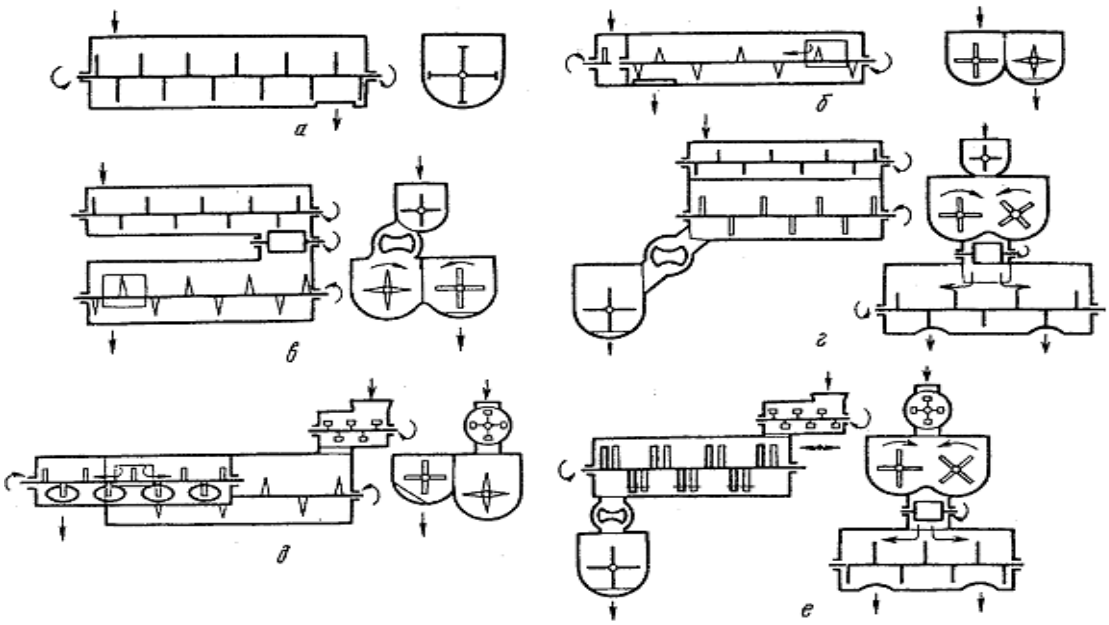


Рис. 1.1 -**С**хеми ТМ безперервної дії.

МП ЛПЛ-2М. **До його** складу взодять вузли (рис. 1.2): дозатор 1, тістозмішувача 2, ШП 8, механізм різання 5.

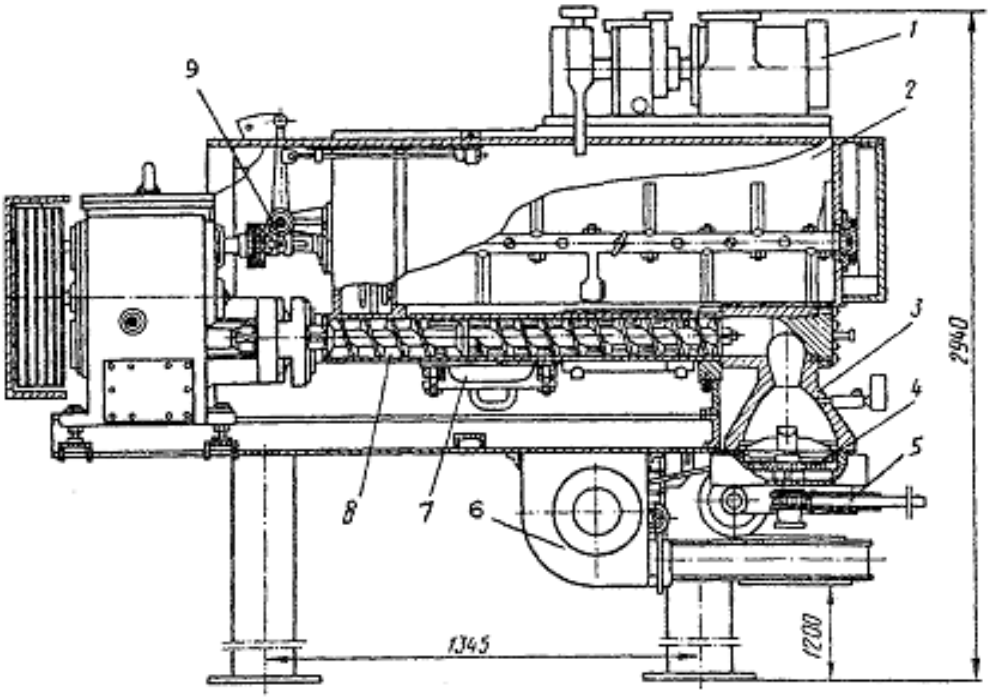


Рисунок 1.2- МП ЛПЛ-2М

Камера тістозмішувача виконана із нержавіючої сталі, має всередині один горизонтальний вал, на якому закріплені ніж для очищення торцевої стінки камери від налипаючого тіста, одинадцять пальців, п'ять лопаток. Вал тістозмішувача з'єднаний з валом редуктора кулачковою муфтою 9 з блокуванням, яка дозволяє вручну вмикати та вимикати тістозмішувач від загального приводу. Зверху тістозмішувач закривається ґратчастою кришкою. Замішування тіста в агрегаті відбувається безперервно, при цьому важливою умовою отримання якісних виробів являється рівномірне подавання компонентів у камеру. Рівень тіста підтримується постійним по всій довжині камери — приблизно на 3/4 висоти з невеликим нахилом у бік розвантаження. Тістозмішувальна частина макаронного преса проста в експлуатації, але має деякі недоліки, серед яких — відсутність індивідуального привода та відсутність вакуумування тіста на стадії замішування, однотипність впливу місильних органів для будь-якого тіста, завелика трудомісткість при зачищенні камери та ін.

Камера шнека преса є циліндричної форми з встановленим однозахідним ПШ довжиною 1400, діаметром 120 мм та кроком витків 100 мм. Середня довжина шнека у розриві гвинтової лопаті. Там змонтована шайба для спрямуапння тіста в канал 7. Він служить для викиду повітря з тіста.

Внутрішня поверхня має аксіальні канавки. Вони для зменшення прокручування тіста при дії шнека. Матриця знизу має прикріплений різальний пристрвй макаронних виробів. Він має окремий привід з вентилятором 6 для подачі повітря наобдування джгутів.

МП Б6-ЛПШ-500 (рис. 1.3). Має дозувальнц станцію 3, трьохкамерний змішувач. У верхній камері 2 розміщено дві паралельні- нижня камерами 1, вали 4, ПШ 5 з двигуном, головка для пресування 6, вентилятор 7.

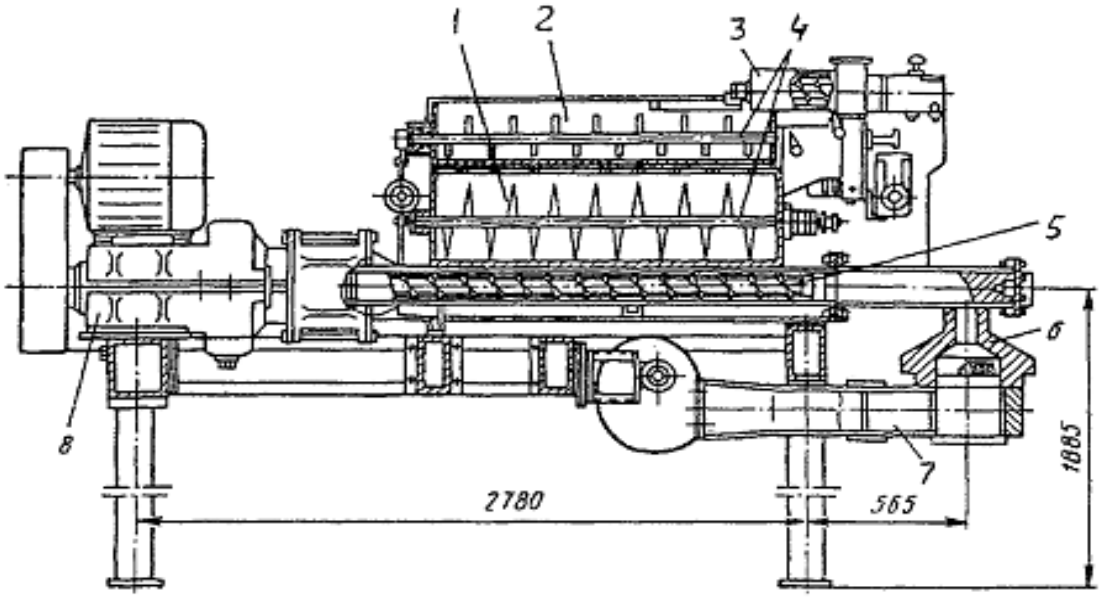


Рис. 1.3- МП Б6-ЛПЛ-500

Дозатор є конструкції шнека для борошна та черпачок води позміщені одному валу. Подача борошна проходить частотною зміною обертового шнека. Подача води проходить при зміні рівня в місткості дозатора. Рівень обертання валу проходить храповим механізмом.

Є три камере змішування. Вони виконані з нержавіючої стали 1Х18Н10Т з полірованою внутрішньою поверхнею. РО з лопатями має частоту 75 об/хв. Час замішування компонентів 5 хв. Перепускре вікно допомагає злучити другу та третю камери для з'єднання при розрідженні.

Зона з тиском має місце біля головки з охолоджувальною сорочкою.

У тістозмішувачі макаронного пресу ЛПЛ-2М, в якому всі стадії тістоутворення відбуваються в одному корпусі, первинне змішування проводиться в першій третині горизонтальної камери 1 внаслідок впливу штифтів 2 довжиною 170 мм формою, близькою до циліндричної. При такій формі робочі органи не мають транспортувального ефекту, що дозволяє затримувати компоненти для багатократного механічного впливу на початку і в кінці місильної камери (рис. 1.4). Лопаті 5 — транспортувальні. Через вікно 6 тісто попадає до шнека 8; 9—13 — механізм зчеплення.

В серії тістозмішувачів Б6-ЛПШ для попереднього змішування виділена окрема камера 1 довжиною 1400 мм з прямокутним корпусом, що має напівциліндричне дно з радіусом заокруглення 100 мм. В ньому розташований вал 3 з лопатями 4, закріпленими по гвинтовій лінії.

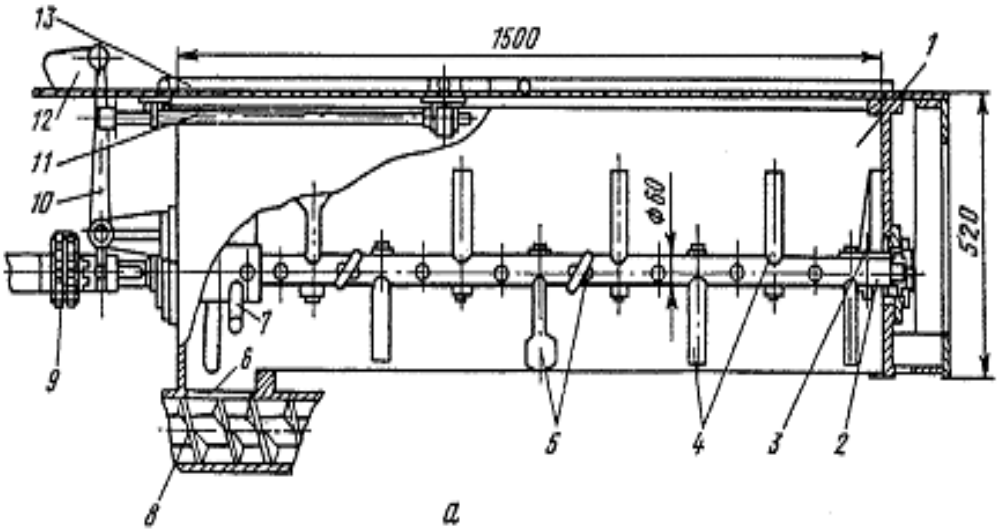


Рис. 1.4- Тістозмішувач макаронного пресу ЛПЛ-2

Створені тістові гранули через вакуумний затвор 5 поступають в камери замішування 2, які розташовані нижче (рис. 1.5).

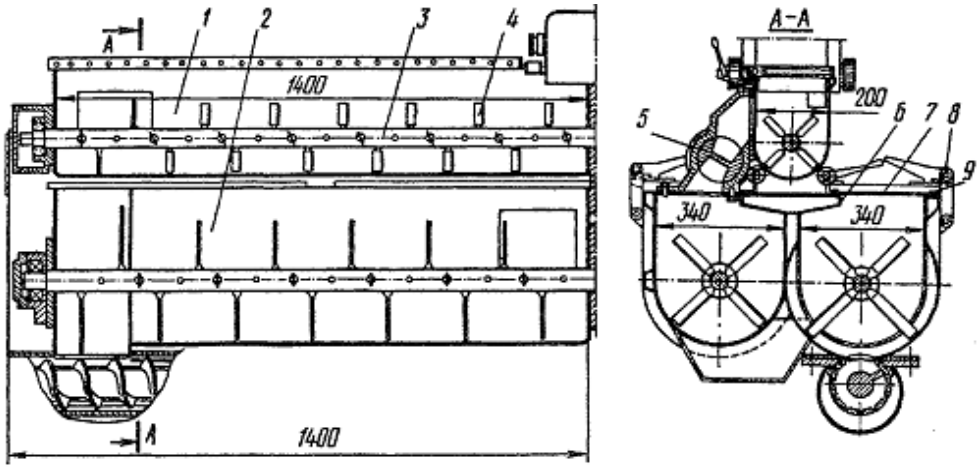


Рис. 1.5- Камера попереднього змішування макаронного пресу Б6-ЛПШ-500

В деяких сучасних зарубіжних тістозмішувачах врахований досвід попередніх розробок та для проведення якісного попереднього змішування

використані високошвидкістні пристрої.

1.2.1 Матриці

Матриця є важливим робочим органом макаронного преса, вона потрібна для надання тісту визначеної форми. Її конструкція повинна забезпечувати стійкість форми виробів при подальшому оброблені, високу продуктивність макаронного пресу та необхідну якість продукту.

Матриці виготовляють із міцних антикорозійних матеріалів, таких як латунь ЛС59-1, тверда фосфориста бронза БрАЖ9-4 та нержавіюча сталь 1Х18Н9Т чи 2Х12, 3Х13.

Одна з основних вимог, яким повинна задовольняти матриця — це її антиадгезійні властивості, тобто протистояння прилипанню тіста до формувальних отворів. Тому у них вмонтовуються спеціальні вставки із фторопласта-4 або внутрішню поверхню матриці полірують, хромують. Останні засоби менш ефективні.

Для виробництва довгих макаронних виробів прямокутної форми х матрицею часто приймають матриці трубчасті порожнинні 1 в матриці 2 (рис.1.6).

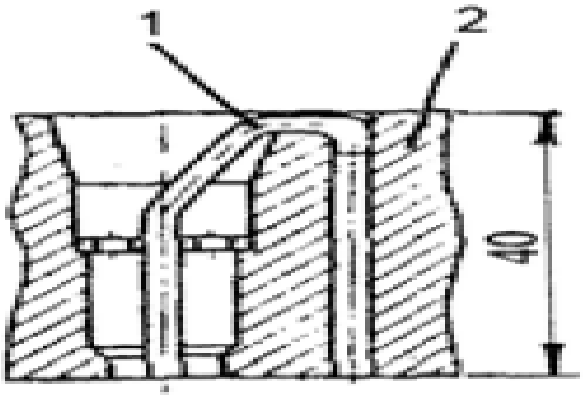


Рис. 1.6- Будова формувальної матриці з трубчастим вкладишем

1 - трубчастий вкладиш, порожній всередині; 2 - матриця.

.

1.2.2. Допоміжні пристрої макаронних пресів

Через те що макаронне тісто та умови його приготування відрізняються

від традиційних, прийнятих у хлібопекарському виробництві, до складу обладнання макаронних пресів додатково включається допоміжне обладнання. Воно здійснює дозування борошна та води, вакуумування тіста, охолодження корпусів шнеків, підігрівання матриць тощо. У ході виробництва макаронних виробів точне дозування борошна та рідких компонентів має велике значення. Це безпосередньо пов'язано з протіканням кінцевих операцій — випресовуванням чи штампуванням виробів, в ході яких виключно ажливими є стабільність властивостей та складу макаронного тіста, на сталі параметри якого розраховуються конструкціїї матриць.

Тому часто дозатори компонентів мають загальний із змішувачем привод та жорсткий кінематичний зв'язок. Зміною частоти обертання привода дозатора борошна одночасно змінюється й кількість води, що подається на замішування. При цьому міняється також продуктивність всього макаронного преса.

Для дозування борошна частіше всього використовується шнековий дозатор, шнек якого приводиться до руху або періодично за допомогою храпового механізму, або обертається безперервно з постійною швидкістю. В останній час знаходять використання також стрічкові дозатори борошна.

Вода дозується за допомогою пристроїв черпачкового чи барабанного типу. В процесі подавання води дозувальний пристрій додатково проводить її темперування, для чого до його складу включаються термовимірювальні прилади.

Однозначно встановлений вплив вакуумного оброблення на якість готової макаронної продукції. Для вакуумування тіста виділені один чи два корпуси, в яких тісто перемішується, вони герметизуються та приєднується до вакуумної системи. Тиск повітря в корпусах знижується до 20 кПа. У зв'язку з цим виникає проблема подавання компонентів чи суміші їх до корпусів, тиск в яких не збігається з атмосферним. В конструкції змішувачів вводиться спеціальний роторний живильник, який, обертаючись, подає суміш

із камери попереднього змішування в корпуси проробки невеликими порціями, перекриваючи при цьому отвір, що з'єднує корпуси. Загальна потужність приводів вакуумної системи 4—5 кВт.

Значні витрати енергії, що підводиться до тістової маси у шнекових пресах припадають на ущільнення маси та продавлювання її через невеликі отвори в матрицях. Підвищення температури негативно впливає на реологічні властивості тіста, тому для її нормалізації в камерах пресування останні часто оснащують подвійними порожніми зовнішніми стінками, куди подається охолоджуюча вода. Через це до складу макаронного пресу входять пристрої регулювання подачі води та контролю її стану.

Випресовування тіста через матриці у ході роботи преса відбувається при постійному температурному режимі, який визначається нагріванням тіста під час руху та його охолодженням. Тому під час пуску макаронного преса після технологічної паузи в роботі, коли матриці охолодились, для надання тісту оптимальних реологічних властивостей підігрівається головка преса за допомогою системи, що складається з електричних нагрівачів з масляною теплопередавальною сорочкою та окремої системи керування.

1.2.2 Загальний опис конструкції і принцип дії преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

Прес макаронний вакуумний являє собою металоконструкції з чорного металу та нержавіючої сталі, зібраної на окремій рамі разом з вузлами приводів шнека і місильних валів. Внутрішня частина бункера, камера шнека і сам шнек виготовлені з нержавіючої сталі. У своєму складі (рис.1.8) прес має два дозатори борошна та води, а також компресор і вібролоток.

Подача борошна до дозатора здійснюється пневмотранспортом 2, який складається з циклона з відцентровим вентилятором у верхній частині матеріалопроводу. З циклона борошно захоплюється дозатором борошна і подається у місильний бункер преса 1. Дозатор борошна, як і дозатор води

приводиться за допомогою механічних передач від головного приводу шнека. У процесі замісу макаронне тісто активно замішується і позбавляється повітря на 80-90 %. Тістова маса активно переміщається до заборного вікна шнека і в момент подачі на шнек готове до випресовування.

Вакуумна станція, яка входить у склад преса забезпечує відкачування повітря з місильного бункера. Станція складається з: компресора, масляного картера, повітряних фільтрів з системою відводу конденсату з повітропроводів. Шнекова камера, куди тісто потрапляє з бункера, являє собою збірну конструкцію, яка має у своєму складі бронзовий шнековий канал і порожнину для охолодження (нагріву) камери. Потік води, що проходить через порожнину охолодження, регулюється двома кранами,що призводить до рівномірного охолодження.

Механізм різання макарон фіксується на двох штангах. На вихідному валу ел. двигуна кріпиться муфта з пружиною для силового замикання ножів на матрицю. Натяжка пружини відбувається осьовим переміщенням приводу на двох штангах. Відрізані ножем макарони падають у вібролоток. Джерелом вібрації служить ексцентриковий вал, який приводиться у дію через пасову передачу від двигуна компресорної станції. Завдяки нахилу вібролотка макарони переміщаються на подальшу обробку.

Технічніхарактеристики

Продуктивність, кг/год.	70
Глибина вакууму, не менше, кГс/см.	-0,8
Витрата повітря, $м^3$/хв.	0,28
Тиск повітря в котлі пастеризатора макарон, кг/$см^2$	2…2,3
Потужність електродвигуна, кВт	14
Живлення електродвигуна, В	380
Маса, кг	1400
Габаритні розміри, мм	3000х1300х2800

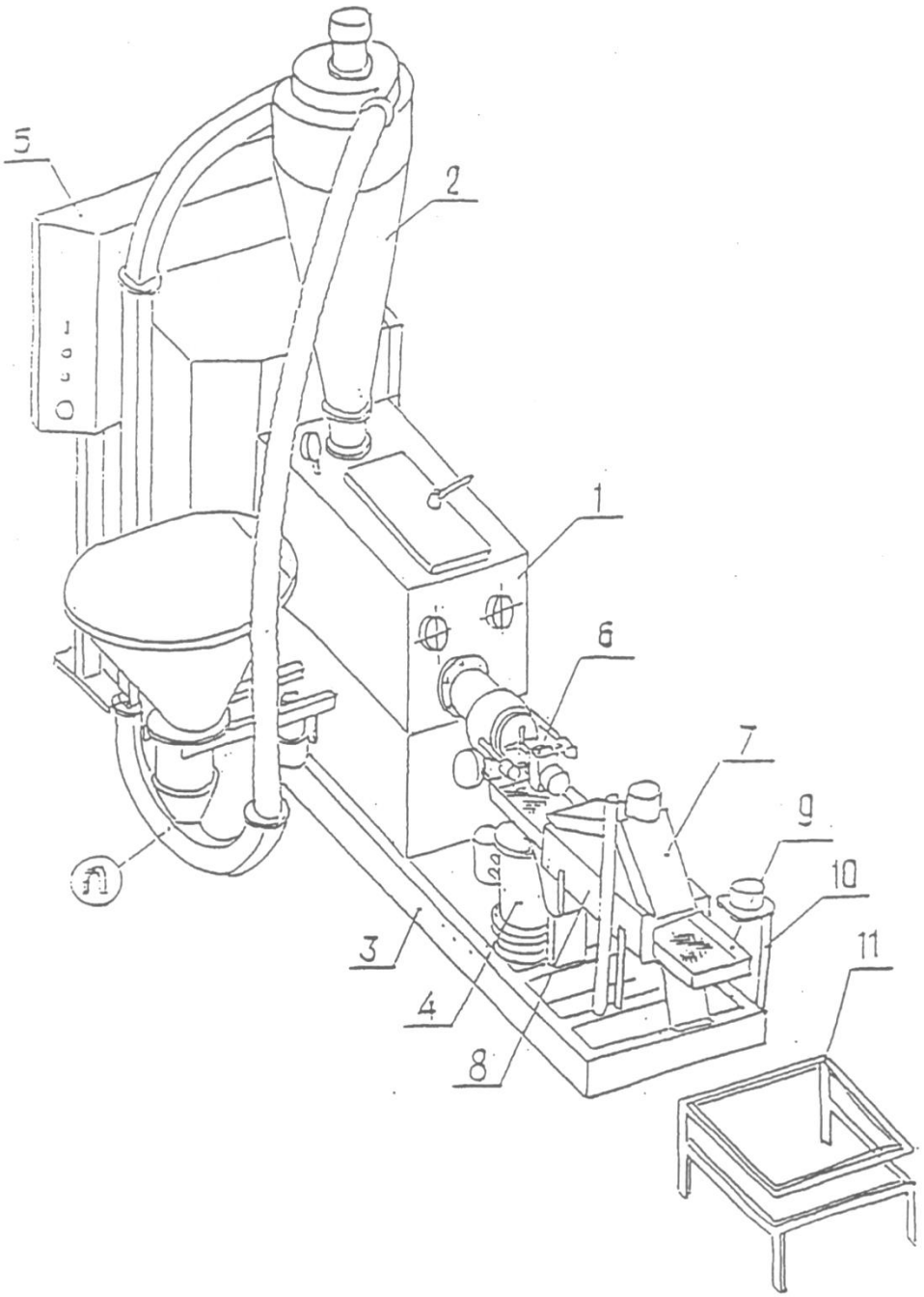


Рис. 1.8. - Прес макаронний вакуумний АМБ-100: 1 – змішуючо-екструзійний вузол; 2 – пневмоподавачборошна; 3 – рама преса; 4 – котел пастеризатора; 5 – пульт; 6 – механізм відрізний; 7 – зонт витяжки пари; 8 – туннель пастеризації макарон; 9 – вібролоток; 10 – вентилятор; 11 – підставка.

Показники роботи преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.М до і після впровадження модернізації зведено в таблицю.

Таблиця 1.1

Показники роботи преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.М.

№ п/п	Показник	Варіант	
		Базовий	Новий
1.	Продуктивність, кг/зм	70	80
2.	Норма виробітку в зміну, кг	65	70
3.	Потужність встановлених двигунів, кВт	14	14
4.	Коефіцієнт використання потужності,%	0,9	0,91
5.	Використання пари, кг/год	150	150
6.	Стиснуте повітря, $м^3$/год	2	2,2
7.	Габарити: довжина ширина висота	300 1300 2800	300 1300 2800
8.	Маса, кг	1400	1400
9.	Якість продукції	-	+

1.3 Обґрунтування техніко-економічної доцільності модернізації преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

Суттєвим недоліком пресування виробів на шнекових макаронних пресах є нерівномірність випресовування джгутів по площині матриці.

Ця проблема остаточно не вирішена і досі. Нерівномірна швидкість пресування в центрі матриці та на периферії призводить до збільшення кількості відходів у вигляді обрізків, тобто зменшує продуктивність преса.

Першою причиною нерівномірності подавання тіста є те, що тісто після ущільнення шнеком повинно попасти в перед матричну камеру, яка у більшості пресів повернута до шнека під кутом, близьким до 90˚.

Другою причиною нерівномірності є те, що нагнітаючий шнек формує в центрі

матриці найбільший потік тіста, який зменшується до її країв. Цей ефект збільшується в прямокутних (тубусних) матрицях. По своїй ефективності роботи він не забезпечує в повному обсязі, як продуктивність так і якість продукції

Для ліквідації зазначеного недоліку використовуються різні способи. Одним із способів є забезпечення ритмічності роботи потокової лінії по виробництву макаронних виробів шляхом модернізації преса макаронного вакуумного марки АМБ-100. Модернізація преса макаронного вакуумного марки АМБ-100 полягає в тому, що для ліквідації недоліку проводиться заміна конструкції шнека. А саме, у вихідній частині шнека, біля матриці, зменшуємо крок і нахил витка шнека. В результаті цього збільшується щільність подачі маси тіста на матрицю, що покращує випресовування. Вищезгадані зміни дають можливість збільшити продуктивність преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.

2. Розроблення фізичної моделі робочої камери нагнітального вузла макаронного пресу АМБ-100

2.1 Фізичне моделювання

Спочатку необхідно до розрахунку робочої камери вузла машини на основі аналізу матеріалів. На підставі результатів вибрати пшеничне тісто з усіма рецептурними добавками. Повинно забезпечити якісні показники тіста і кінцевого продукту — макаронів.

При удосконаленні й розробці нових МП пресів слід використовувати методи ФММ. При взаємодії процесів можливо знайти їх основні закономірності і визначити раціональні параметри.

З урахуванням цього при моделюванні необхідно виконувати такі умови:

- віддавати перевагу обробці натуральних речовин зі збереженням технологічного регламенту для харчових продуктів;
- температурний та інші параметри процесу повинні бути ідентичними з натуральними показниками, оскільки вони базуються на дії певних бактерій і ферментів;
- інтенсивність, тривалість дії та механізм ділення повинні бути ідентичними з натуральними показниками;
- найбільш ефективним є моделювання на вирізці ділянки камери натурального розміру.

Вивчення процесів на фізичних і математичних моделях порівняно з натуральним дослідженням на машинах дозволяє: значно скоротити обсяг експерементів і розширити область дослідження; зменшити матеріальні затрати сировини і напівфабрикатів; полегшити візуальні і природні спостереження; здобути відомості про можливості і напрямки подальшого удосконалення об'єкту, що моделюється; полегшити перевірку ефективності принципово нових рішень.

Існують три типи моделювання: фізичне, математичне і комбіноване.

В результаті досліджень процесу подачі маси тіста до матриці, виконаних

вітчизняними та зарубіжними науковцями [3,7,8], було сформульовано уявлення про вирішальну роль комплексної взаємодії трьох вихідних умов, що стали розробкою засобів проведення механізованих технологій виготовлення макаронів:

- підготовки збалансованого за рецептурою якісного тіста;
- раціонально - плавне поступлення його в робочу камеру пресуючого шнека в необхідній кількості;
- одночасного надходження спресованого тіста в матрицю.

2.2. Обгрунтування фізичної моделі нагнітальної робочої камери

В попередніх розглянутих матеріалах подано бедова та конструктивні елементи преса для виробництва макаронних виробів різного профілю.

Процес пресування нами розглядається на натурі вирізки. Камера преса є основною складовою де відтворюється процес і її розмір та форму відтворемо га фізичній моделі. Фізична модель в нащому випадку є вирізка розмірів з РО. Наша фізмодель робочої камери нагнітання тіста представлена на (рис. 2.1).

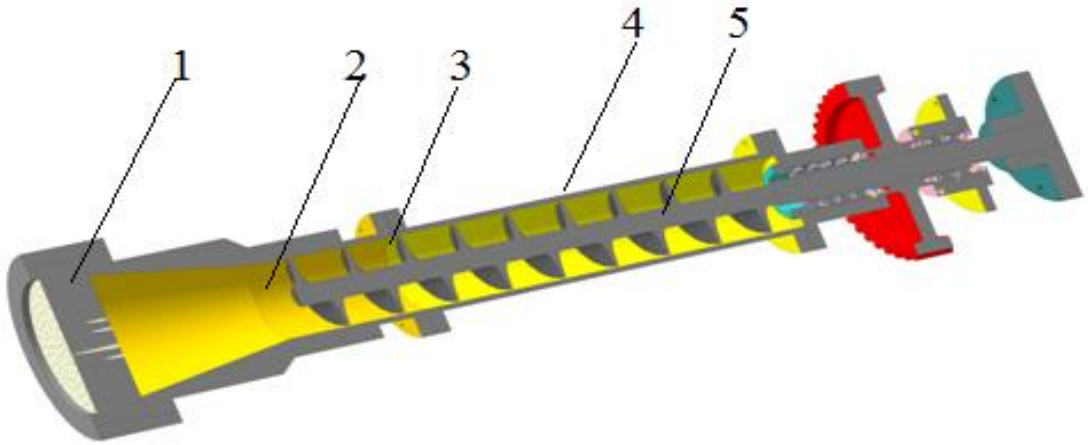


Рис.2.1. Робоча камера шнекового преса: 1. – матриця; 2. – перепускний канал; 3. – система вакуумування; 4. – циліндричний корпус; 5. – одно західний пресувальний шнек.

Для якісного нагнітання тіста при допустимих тисках, запропонована модернізована лопать, що має інший радіус r, а зовнішній радіус R і ширина b відповідає камері циліндричного корпусу.

2.3. Методика аналізу робочого процесу преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

Аналіз процесу дозволяє відзначити параметричні фактори РК і нагнітаючого шнека. Також конструктивні елементи, що впливають і визначають якісність преса макаронного вакуумного марки АМБ – 100. Саме такі парамети. як: властивість піясля проходження тіста через матрицю;

- споживання питомої енергіїї;
- стиль надійності та доаговічності макаронного преса.

Робоча камера здійснюєя процеси, пов'язані з нагнітанням та випресовуванням. Об'єм РК МП має вигляд- V0.

КС встановлює у визначеному обємі заповненому тісті стискання. Об'єм КС має- V1. Об'єм стабілізації тиску V2. Він установлює об'єм, що сприймає прилад стабільності тиску. Збільшення V2, дає можливість кращій роботі пресу макаронному. Змкншення обєму відхилення заготовки макаронних виробів в масі.

МК -здатність для виміру маси макаронного тіста та формування з нього заготовок, які проходять через матрицю.

V3 – сума обємів РК. при проходженні процесу проходить зєднання при заповненні тіста, після цього роз'єднуються.

При процесі стискання стабілізкєтьбся маса до визначеного тиску в РК. При виконанні стискання тіста МК проходить течія тіста перед матрицею. Аналіз робочого процесу розглядаємо мірний об'єм який знаходиться в РК. Характнристика МП марки АМБ-100 має позначення:

P_0 - винекнеття тиску в РК при зактиванні, що встановлює початок операції;

Р1 - Робоче стискання в КС, яке має максимум стискуванні маси;

K_1 – Коф. щільності тістам при тиску робочому, встановлюється визначенням відношення:

$$K_1 = V_1/V_0,$$

Об'єми V_0 і V_1 мають відповідність P_0 і P_1. Визначення можливе за діаграмами (рис. 2.2);

K_2 –Коф. тістового стискання в РК МП, який визначається відношенням:

$$K_2 = V_3/V_0$$

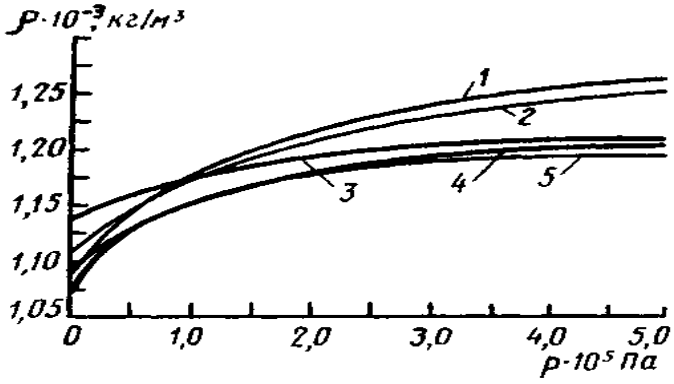


Рис. 2.2- Залежність $\rho = f$(р) для: 1,2 - тіста пшеничного з борошна I ґатунку, яке пройшло і не пройшло нагнітаючий шнек і матрицю; W_m = 42,8 %, t_m = 28 С; 3 - тіста з пшеничного борошна II ґатунку для макаронних виробів, W_m = 47,8 %, t_m = 27С; 4,5 - тіста, яке пройшло і не пройшло нагнітаючий орган для вермішелі, W_m = 47,8 %, t_m = 27С.

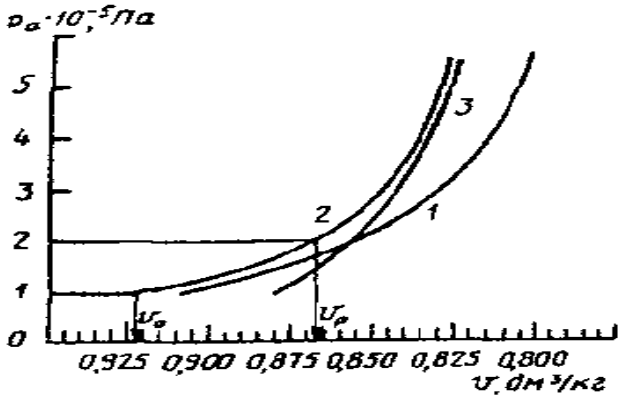


Рис. 2.3. Діаграма визначення коефіцієнта стискування тіста по величині робочого тиску P_a з: 1 - пшеничного борошна I ґатунку; 2 - житньо-пшеничного борошна; 3 - пшеничного борошна II ґатунку.

Встановлення конструктивних впливів нагнітаючого шнека преса макаронного вакуумного марки АМБ-100 на РП зобразимо через роботу у вигляді балансу макаронного преса у вигляді рівняння:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4,$$

де: A_1 – робота, що витрачається на стискування тіста в робочій камері від P_0 до P_1;

A_2 – витрачена робота на опір переміщення тіста в РК;

A_3 - стабілізація тиску у роботі;

A_4 – витрачена робота нагнітаючого шнека.

Робота на стискування тіста в РК від P_0 до P1:

$$A_1 = \frac{P_0+P_1}{2} \cdot (V_0 - V_1).$$

Зробивши підстановку V_1, одержимо:

$$A_1 = \frac{P_0+P_1}{2} \cdot V_0(1 - K_1).$$

Подолання опору переміщення тіста в РК преса:

$$A_2 = F_2 \sigma l,$$

l – довжина переміщення за один, м.

Витрати на стабільність тиску:

$$A_3 = P_1 bhl,$$

Визначаємо за виразом:

$$A_3 = P_1 F_л \varphi_3 \frac{R+r}{2},$$

A_4, затрачена на привід НШ макаронного преса. Спрощено її можна визначити, виходячи з того, що потужність N_4, потрібна для цього є 80-150 Вт:

$$A_4 = N_4 \cdot \tau_ц,$$

Витрата енергії макаронного пресу через питому роботу при нагнітанні кг маси:

$$A_ц = A/g_0.$$

3. ЕТДРР НАГНІТАЛЬНОГО ШНЕКА ПРЕСА МАКАРОННОГО ВАКУУМНОГО МАРКИ АМБ-100

3.1. Теоретичні розрахунки МП

Практично визначення параметрів МП впливає на його продуктивність, потужність, геометрію РО. Це робиться при модернізації. Тому нам необхідно провірити роботу по реконструкції вузла шнека.

3.1.1.Розрахунок тістозмішувача

Теоретична продуктивність змішувача визначається залежно від характеру технології ведення процесу за виразом:

$$P = M(100- W_т)/(100-W_в) \quad [кг/год],$$

$$M = 60V\,\rho k/\tau\ ;$$

Тут V - місткість місильних камер тістозмішувача, м^3;

k - коефіцієнт заповнення місткості тістом, $k = 0.5$;

τ - час замішування тіста, хв , $\tau = 20$ хв.;

ρ - густина тіста, кг/м^3, $\rho = 1050$ кг/м^3.

Об'єм РК змішувача:

$$V = \frac{П_{пг} \cdot \tau}{\rho k} \quad (м^3),$$

$$V = \frac{70 \cdot 0.3}{1050 \cdot 0.5} = 0.410 \quad , \quad [\ м^3]$$

продуктивність:

$$G = \frac{60 \cdot 0.410 \cdot 1050 \cdot 0.5}{0.3} = 430 \quad [кг/год]$$

А по сухих макаронах:

$$П = 430 \cdot \frac{100-30}{100-13} = 346 \quad [кг/год]$$

3.1.2. Визначення потужності нагнітаючого шнека преса макаронного

вакуумного марки АМБ-100

Нагнітаючого шнека преса працює безперервно і тістових заготовок випресування проходить постійно в мірній камері МП. Зміна тиска відбувається синусоїдою. Він має різні значення перед лопаттю шнека і за нею. Відповідно зміна проходить прчмолінійно.

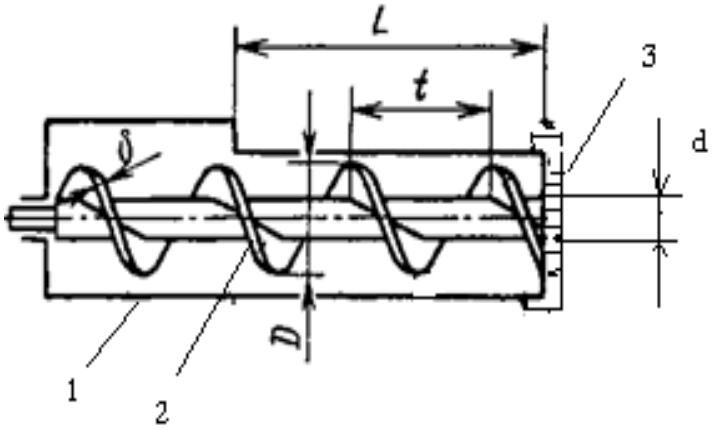


Рис. 3.1- Схема нагнітаючого шнека МП: 1 – РК; 2 – шнек; 3 – матриця

На схемі вказано діаметри D і d з кроком t. Одночасно подано δ розмір лопаті з кутом підйому гвинтової лінії $\alpha_{сер}$. Переміщення маси тіста в робочій камері на висоті лопаті шнека різне. Тому враховуємо коефіцієнт затримки.

$$K_0 = 1 - (cos^2\alpha_{сер} - 0.5fsin2\alpha_{сер})$$

Продуктивність з одним НШ (в кг/с) визначимо формулою [14]:

$$П = 0{,}127(D^2 - d^2)(t - \delta)(1 - K_0) \cdot \rho \cdot \Psi \cdot \omega,$$

$$\rho = (\rho_{max} + \rho_0)/2;$$

Потужність (Вт), що потрібна для приводу нагнітача, можна розрахувати за рівнянням:

$$N = M_{кр} \cdot \omega,$$

$$M_{кр} = 0{,}131m\,(1 - K_0) \cdot P_{max}\left(D^3 - d^3\right) tg\alpha_{сер},$$

Складність є у визначенні мак. тиску в РК стискання та характеристики їх зміни МП. В шляху теорії проводимо експеремент. Тому актуальність полягає у

знаходженні параметрів РК. Крім цього, необхідно оберти та розмір щілини утворених.

3.1.3. Розрахунок продуктивності нагнітаючого шнека МП марки АМБ - 100

Продуктивність шнека визначається тістом, яке подається за період одиниці до матриці. Всі розрахунки подано в додатку 2.

3.1.4. Розрахунок матриць МП марки АМБ -100

Оптимальна конструкція матриці робочого органу преса - обумовлює якість готової продукції та безперебійна робота всього комплексу пристроїв, що склаають макаронний прес.

В ході розрахунку треба вірно оцінити її пропускну спроможність, тобто продуктивність матриці, та знайти залежні від неї геометричні розміри.

Продуктивність матриці перевіряється по готових сухих виробах і визначається за формулою:

$$Q = 3600 V f \rho_{cm} (100 - W_T)/(100 - W_B) \quad [\text{кг/год}],$$

де : V - швидкість випресовування тіста, V= 0.013 м/с;

f - площа живого перерізу матриці, м^2;

ρ_{cm} - щільність спресованого макаронного тіста, кг/м^3; ρ_{cm}=1050 кг/м$^{3.}$

Площа живого перерізу матриці залежить від розмірів виробу, який через неї випресовується. Тому для виробів типу макаронів вона рівна:

$$f_M = n\pi(d_з^{\ 2} - d_B^{\ 2})/4;$$

де: n - кількість отворів в матриці; n = 600;

$d_з$ - зовнішній діаметр отвору, м; $d_ç = 0$,0055 м;

d_B - діаметр вкладиша, d_B =0.0025м;

$$f_M = 3.14 \cdot 600(5.5^2 - 2.5^2)/4 = 1.1304 \quad [\text{м}^2]$$

$$Q = 3600 \cdot 0.013 \cdot 1.1304 \cdot 1050 \cdot (100-30)/(100-13) = 609 \quad [кг/год]$$

Сумарна площа живого перерізу матриці розраховується зі формулою

$$\sum f = Qk(100 - W_B)/3600V\rho(100 - W_T) \quad [м^2],$$

де k - коефіцієнт корисної роботи матриці, який враховує кількість зворотних відходів, що повертаються в прес на перероблення, а також кількість непрацюючих отворів, k=0,9-0,95.

$$\sum f = 609 \cdot 0.9 \cdot (100-13)/3600 \cdot 0.013 \cdot 600(100-30) = 2.445 \ [м^2]$$

Площа матриці визначається таким чином:

$$F = f / K_f, \quad [м^2];$$

тут K_f - коефіцієнт живого перерізу січення матриці; $K_f = 0{,}137$.

$$F = 1.1304/0/137 = 82.511 \quad [м^2]$$

Діаметр круглої матриці знаходять за формулою:

$$D = \sqrt{4F/\pi} \quad [м]$$

$$D = \sqrt{4 \cdot 82.511/3.14} = 0.324 \quad [м].$$

Для визначення припустимого навантаження на матрицю, тобто тиску пресування, проводимо розрахунки на міцність. Припустима мінімальна товщина пластини матриці дорівнює

$$h = b\sqrt{Ap/[\sigma]} \quad [м],$$

де *b* - ширина матриці, м; *b*=0,1 м;

A - коефіцієнт, який в залежності від діаметру отворів та кількості повздовжніх рядів у матриці становить 1,4-13,7;

p - розрахований тиск пресування, Па; $p = 0.15 \cdot 10^3$ Па.

[σ] - припустиме напруження матеріалу матриці, МПа; $[\sigma] = 240$ МПа.

$$h = 0.1\sqrt{1.4 \cdot 0.15 \cdot 10^3/[240]} = 0.093 \quad [м]$$

3.2. Вибір параметрів нагнітаючого шнека МП марки АМБ – 100

Гвинти нагнітаючого шнека мають нахилену поверхню. Кут нахилу дорівнює не змінному куту підіймання гвинта по усередненому діаметрі d_c шнеку. НШ МП в значній мірі відрізняється своїм великим кроком S та висотою лопаті.

Враховуючи конструктивні особливості НШ, тобто кут підіймання лопатей шнека є змінюючий, тому транспортування маси середовища у РК та поверхні має різне значення. Пресуючи тісто, утворюється тиск, який транспортує до матриці при умові

$$P_1 \sin\alpha < fP_1 \cos\alpha,$$

та можливо і так $tg\alpha$ <f,

Це встановлює умови для кутів підіймання лопаті і тертя. В даному випадку кутів підіймання має мати більше значення.

При умові кута нахилення лопаті з більшим кутом тертя $tg\alpha > f$,

вплине так, що маса при дії утвореного тиску транспортується до приймального отвору.

Розраховуємо і модернізуємо шнек при відомому макс тиск в РК $\mathbf{P_{MAX}}$ = 0,2 (МПа), коефіцієнт внутрішнього тертя продукту $f = 0{,}3$, густина тіста $\rho = 1000(\frac{кг}{м^3})$.

Зовнішній шнеку D припускаємо рівним 235 мм, з кроком:

$$H = 0{,}7 \times D = 0{,}7 \times 235 = 164{,}5(мм.)$$

Приймаємо $H = 165(мм.)$

діаметр валу граничний:

$$d_{ПР} = \left(\frac{H}{\pi}\right) \times f = \left(\frac{0{,}165}{3{,}14}\right) \times 0{,}3 = 0{,}01576(м.) = 15{,}8(мм.)$$

Його значення дорівнює 50 мм.

Кут підіймання гвинту ліній зовнішньої сторони шнека та біля валу

$$\alpha_D = arctg\left(\frac{H}{\pi \times D}\right), \qquad \alpha_d = arctg\left(\frac{H}{\pi \times d}\right)$$

$$\alpha_D = arctg\left(\frac{0,165}{3,14 \times 0,235}\right) = arctg0,224 = 12,6258^0 = 13^0 03'$$

,

$$\alpha_d = arctg\left(\frac{0,165}{3,14 \times 0,05}\right) = arctg1,051 = 46,42^0 = 46^0 24'$$

Середній кута підіймання гвинта ліній шнека, буде:

$$\alpha_{CP} = 0,5 \times (\alpha_D + \alpha_d) = 0,5 \times (13^0 03' + 46^0 24') = 29^0 435' \approx 30^0$$

при величинах:

$\cos^2 30^0 = 0,8860^2 = 0,75$, $tg30^0 = 0,5773$, $\sin 2 \times 30^0 = 0,866$

Коефіцієнт затримування частинок тіста по осі:

$$Ko = 1 - (\cos^2 \alpha - 0,5 \times f \times \sin 2\alpha) = 1 - (0,75 - 0,5 \times 0,3 \times 0,886) = 0,38$$

Момент згинання витка шнека при контуру біля валу:

$$M_3 = \frac{P_{MAX} \times D^2}{32} \times \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2\ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}}$$

$$M_3 = \frac{0,2 \times 10^6 \times 0,235^2}{32} \times \frac{1,9 - 0,7 \times 4,7^{-4} - 1,2 \times 4,7^{-2} - 5,2\ln 4,7}{1,3 + 0,7 \times 4,7^{-2}} = -420\left(\frac{H \times м}{м}\right)$$

Витки шнеку виготовлені із Ст.3.з товщиною витка шнека

$$[\sigma] = \pm \frac{6 \times M_3}{\delta^2}$$ звідки

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \times 420}{125 \times 10^6}} = 0,0045 = 4,5(мм)$$

приймаємо $\delta = 5(мм.)$

напруження валу нормальні й дотичні:

$$\sigma_{СЖ} = \frac{S}{F} = \frac{8263}{0,785 \times 0,05^2} = 4,21(МПа)$$

$$\tau = \frac{M_{КР}}{W_P} = \frac{241}{16 \times 3,14 \times 0,05^3} = 0,03838(МПа)$$

Еквівалент напружень:

$$\sigma_{ЕКВ} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{4,21^2 + 4 \times 0,03838^2} = 4,21(МПа)$$

що знаходиться в параметрах допуску напруги вала шнека (сталь Ст3).

Продуктивність шнека:

$$П_{Ш} = 0{,}786 \times z \times (D^2 - d^2) \times H \times \rho \times n \times k$$

$$П_{Ш} = 0{,}786 \times 1 \times (0{,}235^2 - 0{,}05^2) \times 0{,}165 \times 1000 \times 2 \times 0{,}25 = 3{,}4(\frac{кг}{с.}) = 204(\frac{кг}{хв.})$$

кутова швидкість:

$$\omega = \frac{3{,}4}{0{,}125 \times \left(0{,}235^2 - 0{,}05^2\right) \times \left(0{,}165 - 0.005\right) \times 0{,}62 \times 1000} = 5{,}2(\frac{рад}{с.})$$

Ширина витків:

$$b = 0{,}5 \times \left(D - d\right) = 0{,}5 \times \left(0{,}235 - 0{,}05\right) = 0{,}0925 \approx 93(мм.)$$

Кут вирізу кільця-заготовки:

$$\alpha_0 = 2\pi - \frac{\left(L - l\right)}{b} = 2 \times 3.14 - \frac{0{,}756 - 0{,}187}{0{,}092} = 0{,}095(рад.) \approx 6^0$$

Діаметри кілець:

$$D_0 = \frac{2L}{2\pi - \alpha_0} \quad d_0 = \frac{2l}{2\pi - \alpha_0}$$

$$D_0 = \frac{2 \times 0{,}756}{2 \times 3{,}14 - 0{,}095} = 0{,}2445(м.) = 244{,}5(мм.) \qquad d_0 = \frac{2 \times 0{,}187}{2 \times 3{,}14 - 0{,}095} = 0{,}061(м.) = 61(мм.)$$

3.3. Визначення точності роботи МП марки АМБ-100

Якість роботи МП при випресовуванні виробів має важливе значення у показниках якості. Дана якість встановлює точність роботи МП.

Після випресовування тіста та відрізання його на шматки воно підлягає цілому ряду технологічних операцій, які супроводжуються зміною маси. За масою готових виробів важко встановити етап технологічного процесу або понаднормативна зміна.

Допускається найбільше відхилення зважених заготовок десяти в межах 2,5 % номінальної маси. Для зважування одного виробу - 3,0%.

При збільшенні точності роботи МП при розрахунковій масі заготовки зменшується інтервал перебігу. На кожну тонну готових виробів можна одержати економію борошна близько 1 кг.

Для оцінки точності роботи МП слід застосувати вибірковий метод контролю. Вимірами охоплюється лише частина виробів n, яка загалом повинна достатньо надійно відтворити середні показники всієї виробки за зміну.

Коливання маси напівфабрикату за середньоквадратичним відхиленням виборки є:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \quad (x-\Delta g)^2 m}{n-1}},$$

де x – середнє значення відхилень маси:

$$x = \frac{m}{n}\sum \qquad \Delta g;$$

$$\Delta g = g_i - g_0;$$

де: g_i і g_0 - ваги виміру й нормальної , г:

$$g_0 = (100 + Y_1)\frac{M_в}{100},$$

де: Y_1 - реальне усихання виробів, %;

$M_в$ – маса готового охолодженого виробу, г.

Статочність праці МП має характер коефіцієна варіації:

$$V = \frac{\sigma}{g_0} \cdot 100\%/$$

Розбіжність виміру виробів являється приблизною. Вона обгрунтовується границею помилок вибірки:

$$\Delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}},$$

а середня вибірка:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

Експериментально також можна знайти при допомозі інтегралу мовірності:

$$\Phi(t) = 0{,}389e^{-0{,}5t^2}.$$

Визначення мінімального результату:

$$n = \frac{t^2\sigma^2}{e^2}.$$

Допускаємо границю похибки Δ= 3 г. Це визначає середню масу виробу. Вона не має відхилень від середньої генеральної сукупності.

3.4. Моделювання стадії перемішування компонентів в МП

Моделювання змішування пшеничного тіста в МП проводимо моделлю "Несжимаемая жидкость". Модель встановлює течію в'язкого тіста при незначній величині числа Рейнольдса. На основі якої можлива візуалізацією [10]. Використано рівняння Навьє-Стокса

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla(V \otimes V) = \frac{\nabla P}{\rho} + \frac{1}{\rho}\nabla\left(\left(\mu + \mu_t\right)\left(\nabla V + \left(\nabla V\right)^T\right)\right) + (1 - \frac{\rho_{hyd}}{\rho})g$$

При цьому враховано рівняння нерозривності потоку

$$\nabla V = 0$$

де V – вектор швидкості м/с, P – тиск Па,

μ_t - турбулентна в'язкість Па с,

ρ_{hyd} – гідростатична густина кг/м^3, g – вектор сили тяжіння м/с^2

Модель "Несжимаемая жидкость" нрунтується на застосуванні моделі *k*-ε турбулентності першого рівня замикання [11]. Її використання для отримання формули коефіцієнта турбулентної в'язкості μ_t

$$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon}$$

турбулентної енергії *k*

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla(\rho V k) = \nabla\left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\nabla k\right) + \mu_t G - \rho\varepsilon$$

рівняння швидкості дисипації турбулентної енергії

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t} + \nabla(\rho V \varepsilon) = \nabla\left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\nabla\varepsilon\right) + \tilde{N}_1 \frac{\varepsilon}{k}\mu_t G - C_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k}$$

через G позначено вираз

$$G = D_{ij}\frac{\partial V_i}{\partial x_j}$$

$$D_{ij} = S_{ij} - \frac{2}{3}\left(\nabla \cdot V + \frac{\rho k}{\mu_t}\right)\delta_{ij}$$

$$S_{ij} = \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i}$$

Значення параметрів дорівнюють

$$\sigma_k = 1; \sigma_z = 1.3; C_\mu = 0.09; C_1 = 1.44; C_2 = 1.92$$

Визначення механічної поведінки макаронного тіста в процесі силового навантаження використано гіпотезу про нерозривність при збереженні маси [12]: тверда – рідка фази. Для розгляду процесу і середовищі представлена модель (рис.3.).

$$\frac{\partial \rho_1'}{\partial t} + div\left(\rho_1' \mathrm{u}\right) = 0$$

газова фаза $\frac{\partial \rho_2'}{\partial t} + div\left(\rho_2' v'\right) = 0$

де $\rangle_1$ і $\rangle_2$ локальна густина твердої та газорідкої фази;

u2 і v2 вектори швидкостей твердої та газорідкої фаз.

Середня об’ємна густина газової фази

$$\rho_2 = \frac{1}{\mathrm{V}_2(t)}\int_{V_2(t)} \rho_2' \mathrm{dV} = \frac{1}{\alpha_2 \mathrm{V(t)}}\int_{\alpha_2 V(t)} \rho_2' \mathrm{dV}$$

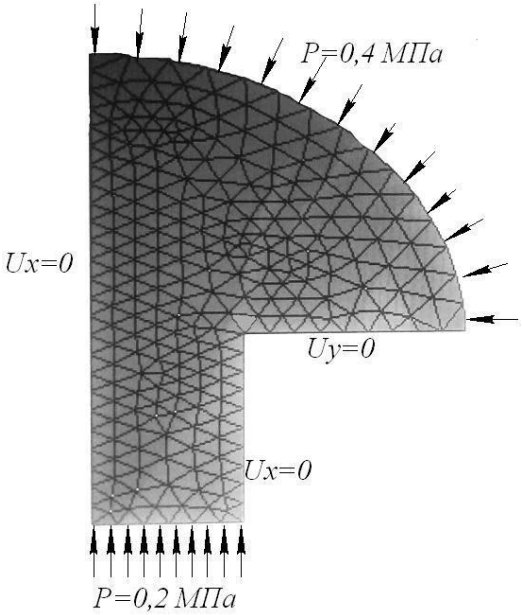


Рис.3.2. Скінченно-елементна модель випресовування через матрицю

Середня швидкість руху газової фази $v\rho_2 = \frac{1}{\Omega_2}\int\limits_{\Omega_2} \rho_2' v' d\Omega = \frac{1}{\alpha_2\Omega}\int\limits_{\alpha_2\Omega} \rho_2' v d\Omega$,

Загальний вираз нерозривності газорідкої фази :

$$\frac{\partial \rho_2}{\partial t}\alpha_2 + div\left(\rho_2\alpha_2 v\right) = 0$$

твердо-рідкої фази $\frac{\partial \rho_1}{\partial t}\alpha_1 + div\left(\rho_1\alpha_1 u\right) = 0$

Збереження руху в макроточках тіста:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\alpha_1\rho_1 u + \alpha_2\rho_2 v\right) + grad\left(\alpha_1\rho_1 u \times u + \alpha_2\rho_2 v \times v\right) - grad\left(\alpha_1\sigma + \alpha_2 P\right) - F_1 - F_2 = 0$$

Враховуючи рівність сили між фазових звязків та їх взаємодію, тобто v=0. Врахувавши, що a_1=1-a_2, при введенні напруження, вираз руху тіста:

$$\alpha_1\rho_1\frac{du}{dt} - grad\sigma^f - \alpha_1 g(\rho_1 - \rho_2) = 0$$

)

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2

3.5. Математичне моделювання течії тіста питомою енергію

Час пресування відбуваються у фазові, яку ми розглянули в попередньому параграфі. Нами використано рівняння в яких температуру приймали константа. Тому температурні фактори режиму в тій чи іншій формі впливають на продуктивність. Розглядаючи питомі витрати пресування, визначивши через загальну кількість внутрішнього $\rho C_v T$, потенційного $\rho p V$, кінетичного $\rho \frac{W^2}{2}$ питомого значення енергії при використанні перетворень $\sum_{i=1}^{k} \rho_i \upsilon_i$:

$$E = \rho\left(C_v T + pV + \frac{W^2}{2} + \sum_{i-1}^{k} \frac{\rho_i \upsilon_i}{\rho} \right),$$

Де ρ - загальна густина середовища при переробці, кг/м^3,

4. РТЕД РОБОТИ МП МАРКИ АМБ-100

4.1. Аналіз результатів ТЕДКП нагнітального шнека

Розглядаючи течію тіста про нагнітання в 3 і 4 зонах РК нагнітання тіста МШ, виникаючі зусилля на елементарні його частинки вже сформованого, чітко присутня картина течії маси. Першою важливою умовою при досягненні нормального руху шнека в створенні тагнгенц реакції не створювати умов перешкоджанню вільній течії. Крім цього має бути присутній обертовий з провертанням маси тіста РО. При цій умові непорушно пов'язаними з поверхнею шнекового циліндра виявляться лише пограничного тіста. Всі частинки з шарами тістової маси звязанні з прикордонною прилиплою масою тіста.

Другою умовою покращення нагнітаючого шнека: зменшення різного роду впливів, що створюють умови гальмування течії тіста у шнеку, необхідно з поверхнею шнекової РК передбачити зменшення прилипання.

Спільного узгодження цих заходів досягають при допомозі обробки поверхонь внутрішніх стінок шнекової камери (для полегшення аксіального переміщення тіста) з пристроєм уздовж цих стінок рифлей, які ускладнюють прокручування тістової маси. Лопаті витка повинні уникати зворотної течії тіста.

При розгляді течії тіста важливо привести його в стан властивостей, де забезпечиться оптимум стадій технологічного процесу. Виникаючі напрямки для ефекту течії мають кілька запитань:

- конструктивні рішення НШ і РК;
- гідродинаміка зони транспортування, особливо біля самого РО;
- швидкість обертання НШ;
- скільки стадій і РК;
- цілеспрямованість здійснення шайб;
- сила лобового опору або тертя.

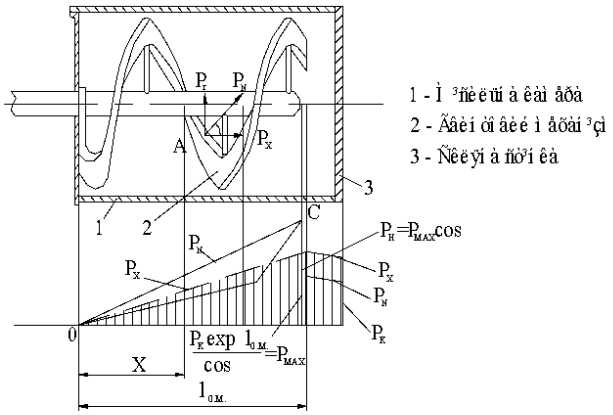


Рис.4.1. Вирізка РК і НШ

На частинку матеріалу в точці А (рис.4.1) зі сторони РО діє тиск P_N, направлений перпендикулярно до її поверхні ($P_N=P_x+P_r$). Внаслідок протитиску із сторони замішаного тіста нормальний тиск P_N по довжині витка місильного органу буде змішуватися за законом:

$$P_N = \frac{P_{\max} \cdot X}{l_{м.о}}$$

Збільшуючись від нуля на початку завантаження усіх компонентів до P_{max} на третій і четвертій стадії (вивантаження). Теоретично тиск збільшується по експоненціальному закону виду $P_N=a \cdot exp \cdot b$. Утворене тісто в процесі нагнітання переміщається по камері (додержується умова: на початку тиск дорівнює нулю, який поступово збільшується (рис.4.2), забезпечуючи перемішування і переміщення тіста по довжині РК $(P_n \geq P_к)$. Для прийнятого режиму переміщення тіста $P_к=const$. Значення P_n можна знайти із умов

рівноваги елементарного об’єму замішаного тіста.

Умови рівноваги виділеного елемента запишемо у вигляді рівняння проекцій на вісь *x-x* діючих на нього сил: $F(P_x+dP_x)-EP_x-dP_T=0$ (4.2),

де $F=\pi D^2/4$ – площа поперечного перерізу РК;

ми приймаємо площу кола тому, що коли проходить процес, вся маса, яка знаходиться в камері, розміщується вздовж РО, тобто по колу;

P_x – тиск по осі, на віддалі х від правої стінки місильної камери;

dP_x – приріст тиску по осі на довжині *dx*;

dP_T – приріст сили тертя на поверхні до дотику елементарного об’єму тіста із стінками камери.

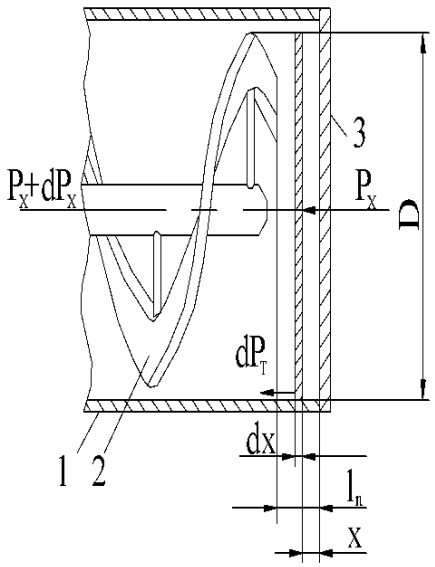


Рис.4.2. 1 – РК, 2 – гвинтовий РО, 3 – матриця

Вирішивши рівняння рівноваги для елементарного об’єму, який знаходиться під дією двостороннього стиснення між стінкою камери 3 і місильним органом 2 і сил тертя, одержуємо:

$$\frac{dP_x}{P_x}=\frac{S}{F}f_1\xi dx \qquad (4.3)$$

Проінтегрувавши вираз (3) по довжині l_n, одержимо: $P_н = P_к \cdot expBl_{О.М.}$,

де $B = \frac{4 f_1 \xi}{D}$ - коефіцієнт, що характеризує розміри замішаної маси тіста (третя стадія);

f_1 – коефіцієнт тертя в'язкого матеріалу (тіста);

$\xi = \frac{P_n}{P_x}$ - коефіцієнт бокового тиску утвореного тіста (між матрицею 3 і масою тіста).

Так, як тиск на початку перерізу маси тіста зв'язано з P_{max} залежністю $P_{max} \cdot cos\beta = P_н$, одержимо

$$P_{\max} = \frac{P_k \exp Bl_n}{\cos\beta} \qquad (4.4)$$

Момент M на валу місильного органу визначається залежністю:

$$M = \sum_{i=1}^{i=4} M_i, \qquad (4.5)$$

де M_1; M_2 – моменти для подолання сил тертя компонентів, валу та внутрішню поверхню місильної камери;

M_3 – момент для одержання сил стиснення, прикладений до останньої частини витка РО;

M_4 – момент для подолання тертя замішаного тіста в площу торцевої стінки камери, при обертанні навколо осі при пресуванні тіста.

На основі прийнятих закономірностей розподілення тиску по довжині камери (1) і перехідного (3) були визначені відповідні складові загального моменту, кожна із яких являла собою $M_i = f(p_k, B, l_n, f_1)$. Крім цього, експериментами встановлено, що $M_4 = 0$.

Практичне застосування даного методу дає змогу проводити порівняльний розрахунок питомої роботи за критерієм моменту, який в залежності від врахування контактної взаємодії між компонентами,

особливостей поведінки газової фази тіста, особливостей зміни ефективної в'язкості в залежності від швидкості зрушення, дозволяє з мінімальними витратами часу і матеріальних ресурсів розрахувати питому роботу.

4.2. Встановлення параметрів нагнітання модернізованого НШ МП марки АМБ-100

Оцінку впливових параметрів РК і НШ з конструктивними елементами почато розгляд в попередньому параграфі. В розділі другому подано методику визначення параметрів. Розглянуто вплив сил в макаронному вакуумному марки АМБ-100. Тому необхідно продовжити проведення аналіз роботи процесу макаронного преса. Зробимо розрахунок робочого процесу роботи преса макаронного вакуумного марки АМБ-100. з лопатевим нагнітаючим шнеком згідно 2.3.

На підставі теоретичного аналізу процесу і відомих експериментальних даних забезпечення раціонального режиму роботи модернізованого макаронного преса, які приведені в 3 розділі, приймемо такі вихідні дані:

Робочий тиск в камері P_1=0,15$\cdot 10^3$ Па;

Початковий тиск $P_0 = 0{,}05 \cdot 10^3$ Па.

Об'єм робочої камери V_0=0.071м^3;

Напруження тіста $\sigma = 3000$ Па.

Знаходимо роботу витрачену на стискування маси в робочій камері преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.01, з рівняння:

$$A_1 = \frac{P_0+P_1}{2} \cdot V_0.(1 - K_1).$$

Встановлення КС $K_1 = \vartheta_1/\vartheta_2$, із кривої рисунка знайдемо питомі об'єми ϑ_0 і ϑ_1,:

$$K_1 = \frac{0{,}866}{0{,}922} = 0{,}94$$

Тапер обчислимо A_1:

$$A_1 = \frac{0{,}05 \cdot 10^3 + 0{,}15}{2} \cdot 0.071 \cdot (1 - 0{,}94) = 12.426 \text{ Дж/кг.}$$

Об'єм камери стискування:

$$V_1 = K_1 \cdot V_0;$$

$$V_1 = 0.94 \cdot 0.071 = 0.067 \text{ м}^3.$$

Об'єм стабілізації визначається в залежності від прийнятої конструкції і розміру буферного об'єму.

Мінімальній стабілізації тиску відповідає $К_3$=0,035, тоді при максимальному об'ємі напівфабрикату:

$$V_2 = K \cdot V_0;$$

$$V_2 = 0.035 \cdot 0.071 = 0.0025 \text{ м}^3.$$

Сумарний об'єм мірних камер V_3 рівний:

$$V_3 = 2\vartheta_1 \cdot g_0,$$

ϑ_1 - питомий об'єм тіста з пшеничного борошна, $\text{м}^3/\text{кг}$;

g_0 – маса напівфабрикату, г.

При g_0=1,1 г сумарний об'єм мірних камер становить:

$$V_3 = 2 \cdot 0{,}866 \cdot 1{,}1 = 1{,}9 \text{ м}^3.$$

Робота, що витрачається на подолання опору при переміщенні тіста в робочій камері макаронного преса розраховується за формулою:

$$\text{А}_2 = F_2 \sigma l,$$

де: F_2 - поверхня РК м^2,

F_2 =0,012 м^2;

σ - граничне зсувне напруження, Па, $\sigma = 3000$ Па;

l – довжина одного циклу, м; l=0,003м.

Отже, робота, що витрачається на подолання опору рівна:

$$\text{А}_2 = 0{,}012 \cdot 3000 \cdot 0{,}003 = 10{,}8, \text{ Дж.}$$

А_3, -стабілізація стиску:

$$\text{А}_3 = \text{Р}_1 b \square l,$$

Розраховуємо А_3 за наступною формулою:

$$\text{А}_3 = \text{Р}_1 F_л \varphi_3 \frac{R+r}{2},$$

де: P_1 - тиск в РК; P_1=0,15$\cdot 10^3$ Па ;

$F_л$ - площа $F_л$ =0,011м^2;

φ_3 - кут визначається циклограмою; φ_3 =0,127 рад;

R=0.036 м;

r=0.01 м;

$$A_3 = 0{,}15 \cdot 10^3 \cdot 0{,}011 \cdot 0{,}127 \cdot \frac{0{,}036+0{,}01}{2} = 48 \text{ Дж.}$$

A_4, - привід НШ макаронного преса:

$$A_4 = N_4 \cdot \tau_ц,$$

$$\tau_ц = \frac{60}{29} = 2{,}1 \text{ с;}$$

$$N_4 = 150 \text{ Вт.}$$

$$A_4 = 150 \cdot 2{,}1 = 315 \text{ Дж.}$$

Загальна циклова робота рівна:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4,$$

$$A = 12{,}426 + 10{,}8 + 48 + 315 = 386{,}23 \text{ Дж.}$$

4.2.1. Розрахунок потужності модернізованого нагнітаючого шнека МП марки АМБ-100

Розраховуючи прес макаронний вакуумний марки АМБ-100 необхідно врахувати характерні властивості шнека, що звичайно має вплив неперервний при заборі тістових макаронних заготовок. Робоча та мірна частина макаронного пресу впливає на змінення тиску за синусоїдою вибору при заповненні мірної камери. Тиск на гвинтову частину лопатки шнека нагнітаючого (P') менший, тому (P'') - більший після неї і тісто тече лінійним законом (рис. 4.3).

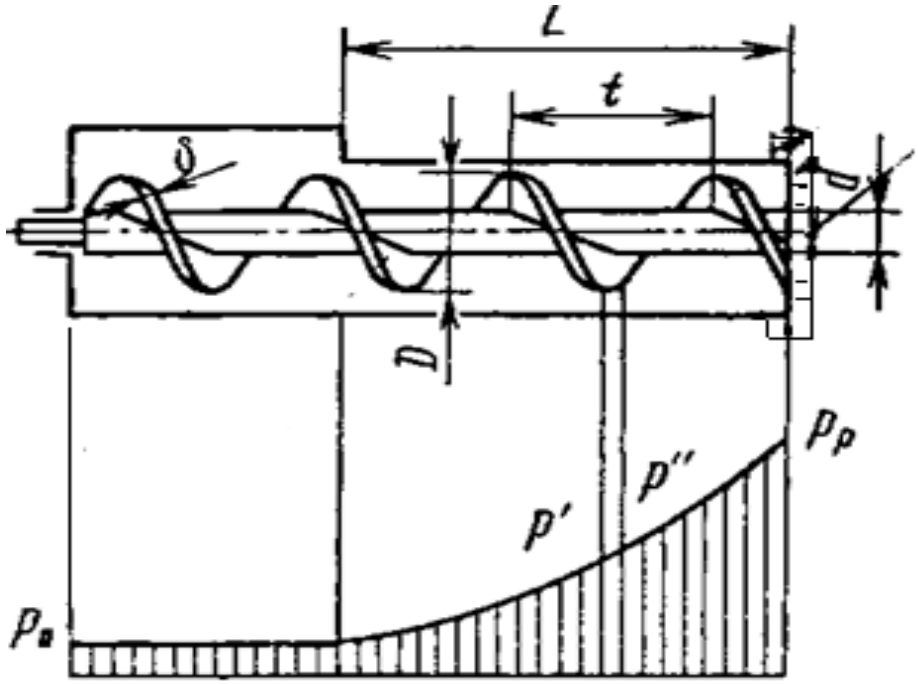


Рис. 4.3. Схема НШ з тисковою епюрою :

Did - шнековий діаметр та валу, м; P_0 та P - тиск початковий і кінцевий, Па; t - шнековий крок, м; - товщина нагнітаючого шнека, м.

У деякому спрощенні розрахунків поверхня гвинта з деяким кутом. Течія тіста на деякій висоті лопаті шнека неоднакова. Тому ми враховуємо при допомозі коефіцієнта відставання:

$$K_0 = 1 - (cos^2\alpha_{сер} - 0.5fsin2\alpha_{сер}),$$

де: f – коефіцієнт тертя; f = 0,3; кут підйому гвинтової лінії; $\alpha_{сер}$=17°.

$$K_0 = 1 - (cos^2 17\text{-}0.5\cdot 0{,}3\cdot sin2\cdot 17)=0{,}84.$$

$$П = 0{,}127(0.072^2 - 0.02^2)(0.038 - 0.007)(1 - 0.84)\cdot 1050\cdot 0.2\cdot 4.503 = 285$$

кг/с

Потужність (у Вт), яка необхідна для приводу нагнітаючого шнека, можна розрахувати за наступним рівнянням:

$$N = M_{кр}\cdot\omega,$$

де: $M_{кр}$- критичний момент електродвигуна преса макаронного;

$$M_{кр}=0{,}131m\,(1-K_0)\cdot P_{max}\left(D^3-d^3\right)tg\alpha_{сер},$$

де: m=1 ;

K_0 - коефіцієнт відставання, $K_0 = 0{,}84$;

$\alpha_{сер}$ - середній кут підйому гвинтової лінії; $\alpha_{сер}=17^o$.

P_{max} – максимальний тиск пресування тіста, Па; P_{max} =0,15· 10^3Па.

$M_{кр} = 0{,}131 \cdot 1(1-0{,}84) \cdot 0{,}15 \cdot 10^3(0{,}072^3 - 0{,}02^3) \cdot tg\alpha_{сер}$= 55.52 Н·м.

Тепер можемо розрахувати необхідну потужність приводу нагнітаючого шнека преса макаронного вакуумного марки АМБ-100.01:

$$N = 55.52 \cdot 4.503 = 2500 \text{ Вт.}$$

Найскладнішим виявляється визначити тиск по максимуму в РК стискання з параметрами робочого процесу макаронного преса. В напрямку процесу цього часу невирішеною є оптимізація розмірів робочих діаметрів і конструктивних параметрів та обертів нагнітання шнека та стінкою камери.

4.3. Аналіз результатів теоретичних досліджень процесу ущільнення і пресування тіста в зоні ущільнення

Зусилля, що впливають на макаронне тісто, і необхідні для ущільнення й пресування тіста, розглянуто на рис.4.1,4.2. Схеми дозволяють розглянути зусилля створене в зоні ущільнення. Зони умовно поділено трьома секторами. На кожному з них діють визначені сили. Відцентрова, тертя, нормальні реакції з боку НШ й маси тіста.

Для кожного сегмента складенні рівняння рівноваги по осях:

Сектор I: $x:\ N_{Ш1} - F_{TPn1} - N_{21} = 0$

$y: N_{n1} + F_{TP21} - F_{TPШ1} - G_1 = 0$

Сектор II: $x: N_{12} - F_{TPn2} \cdot \cos\alpha_2 - N_{n2} \cdot \sin\alpha_2 - N_{32} = 0$

$y: N_{n2} \cdot \cos\alpha_2 - F_{TPn2} \cdot \sin\alpha_2 - F_{TP12} - F_{TP32} - G_2 = 0$

Сектор III: $x: N_{23} - F_{TPn3} = 0$

$$y: F_{TP23} + N_{n3} - G_3 = 0$$

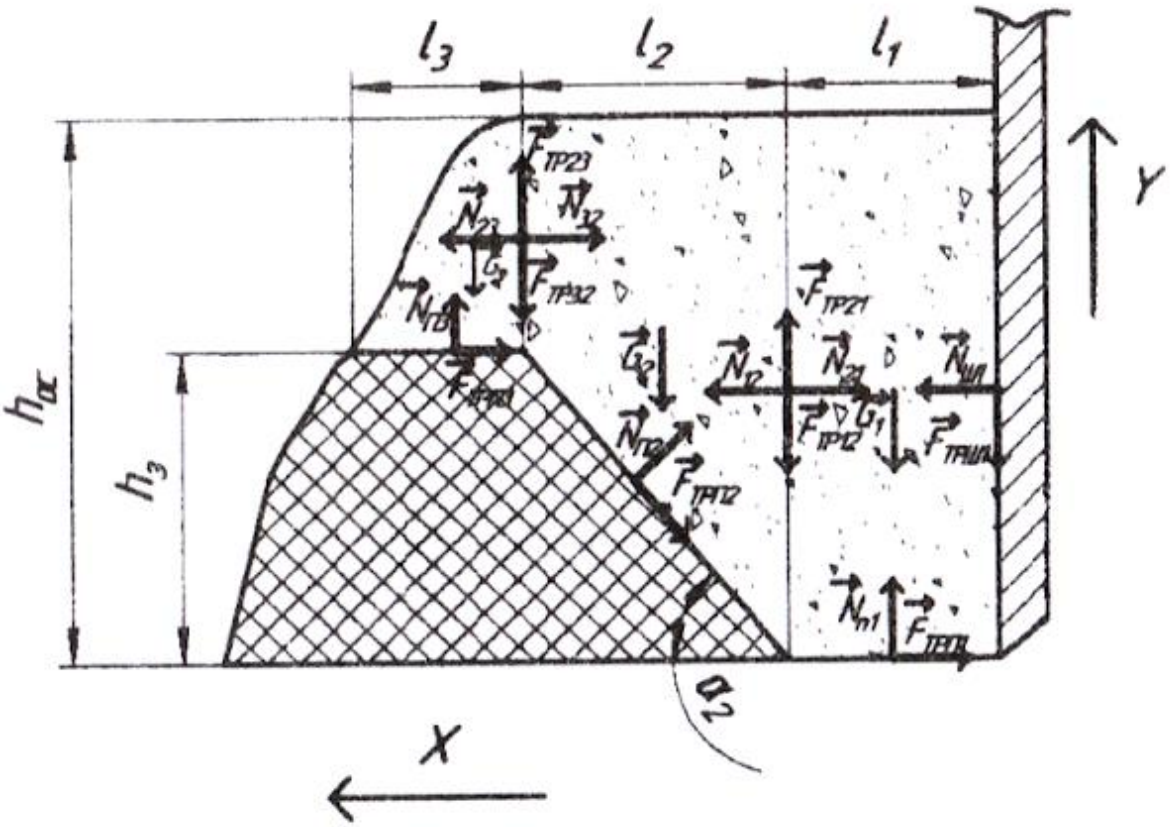
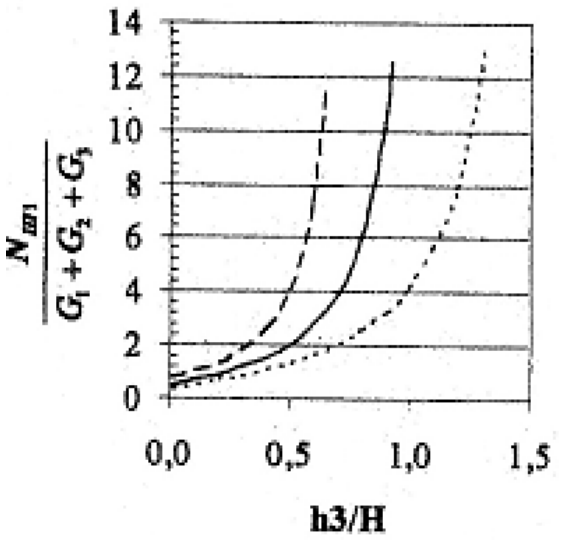


Рис.4.4. Схема діючих сил при ущільненні й пресуванні

Результати рівнянь дозволяють встановити безрозмірним виглядом залежності стиску від кількості тіста заповненого в РК преса макаронного вакуумного марки АМБ-100. Дане зусилля не лінійно збільшується у випадку зростання висоти матриці (рис.4.5). Тому значення тиску в тісті досягає 1,5 – 2,0 МПа. Відсутність зони стискання з шириною Н сягає 0,5 МПа.(рис.4.6)



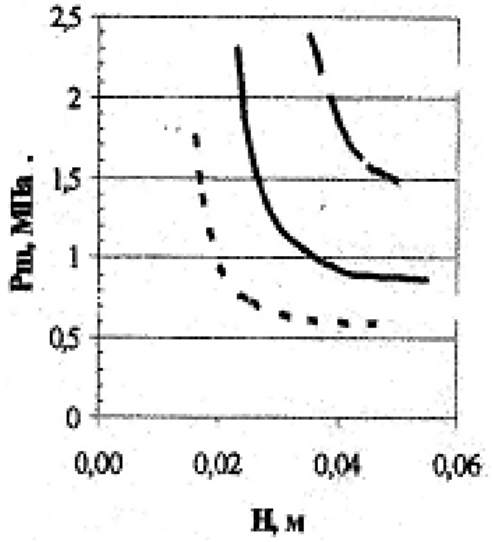


Рис.4.5 – залежність стискаючого зусилля, від висоти сталого шару тіста

Рис. 4.6 – Залежність тиску в тісті від ширини зони ущільнення

Між матрицею й витком нагнітаючого шнека створюється зона ущільнення тіста,що має задані параметри: висоту, що визначається висотою матриці, і ширину, що визначається відстанню від краю матриці до крайки витка шнека.

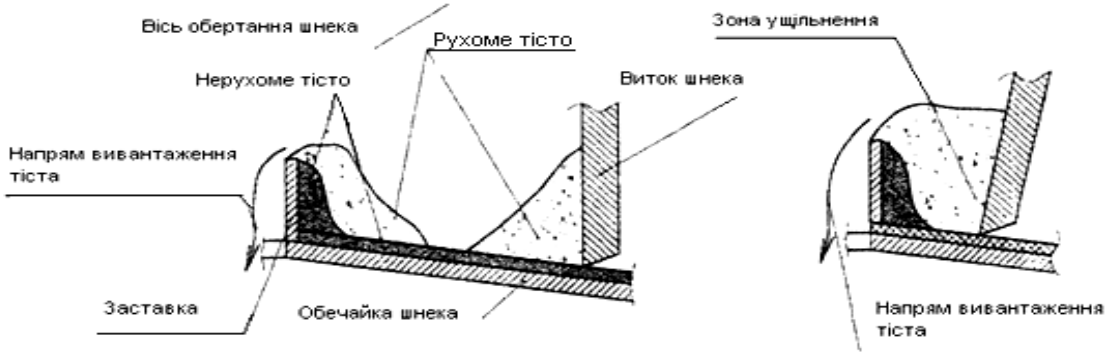


Рис.4.7. Рух та ущільнення тіста в макаронному пресі з організованою зоною ущільнення

У цьому випадку в широкому діапазоні зміни коефіцієнта внутрішнього тертя, і фактора поділу досягається необхідний тиск і ступінь ущільнення тіста.

Для визначення розташування елементарного обсягу тіста в області

пресування уведена полярна система координат із центром на осі обертання шнека. Площина відліку полярного кута перпендикулярна вісі обертання нагнітаючого шнека. Початок відліку полярного кута φ відповідає початку останнього витка спіралі нагнітаючого шнека.(рис.4.7)

Рух тіста відбувається наступним чином. При $\varphi = 0$ тісто має комкоподібний вигляд . Перед витком спіралі нагнітаючого шнека, має трикутний перетин, а іншої, біля матриці, має перетин близький до трапецоїдного.

Площа поперечного перерізу макаронного тіста, що прилягає до нагнітаючого шнека, м^2

$$S_T = \frac{G_T}{\rho_T . r \cdot \omega_ш}, \qquad (4.7)$$

Де G_T - продуктивність преса по тісту, кг/с; $G_T = 70 \frac{кг}{год} = 0{,}019$ кг/с;

ρ_T - щільність тіста, кг/м^3; $\rho_T = 1050 кг/м^3$;

r- радіус шнека в області матриці вивантаження; *r* = 0.01м;

$\omega_ш$ - кутова швидкість відносного обертання шнеку 1/с; $\omega_ш = 4.503$.

$$S_т = \frac{0{,}019}{1050 \cdot 0{,}01 \cdot 4{,}503} = 0{,}4 \cdot 10^{-3}$$

Відстань від матриці до перетину витка нагнітаючого шнека змінюється відповідно до рівняння:

$$\frac{dL}{d\varphi} = -\frac{t_ш}{2\pi}. \qquad (4.8)$$

При початкових умовах L(0)=$t_ш$+ H інтегрування рівняння приводить до залежності:

$$L(\varphi) = H + t_ш (1 - \frac{\varphi}{2\pi}),$$

де *H* – ширина зони ущільнення; *H*=0,24 м

φ - полярний кут.

При φ =0, $L = t_ш + H$

L=0.5+0.24=0.74

Зміна величини L означає, що тісто, що перебуває перед нагнітаючим шнеком, рухається убік вивантаження.

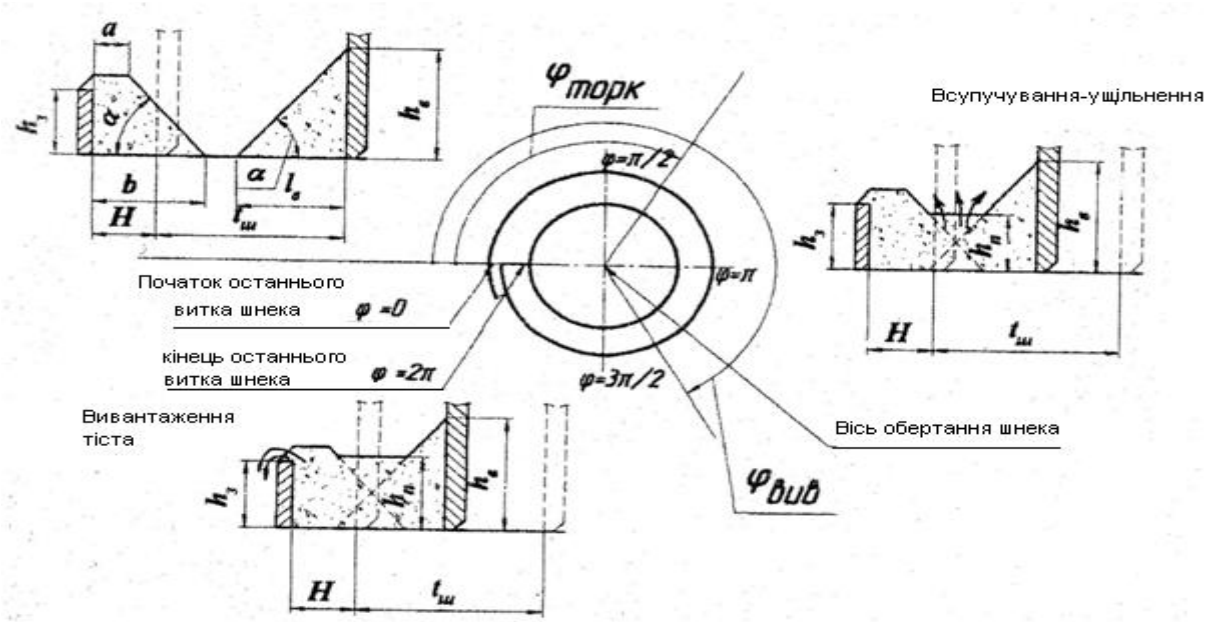


Рис. 4.8. Зони формування і вивантаження тіста

У певний момент тісто торкнеться матриці перед пресуванням. Кутова координата торкання тіста:

$$\varphi_{торк} = 2\pi \cdot (1 - \frac{l_в + b - H}{t_ш})$$

де $l_в$ - довжина тіста біля шнеку у напрямку вісі,м; $l_в$ =0,5 м;

b – довжина нижньої основи трапецоїдного тіста, м; b=0,007м;

H – ширина зони ущільнення,м; H=0,24 м.

$$= 2 \cdot 3{,}14(1 - \frac{0{,}5 + 0{,}007 - 0{,}24}{0{,}6} = 3{,}5$$

Після торкання тіста починається зона випинання і ущільнення тіста. Між кроком нагнітаючого шнека утворюється перешийок товщиною $h_п$.

Зміна товщини перешийка буде відбуватися відповідно до рівняння:

$$\frac{dh_n}{d\varphi} = -\frac{dL}{d\varphi} \cdot tg\alpha$$

При досягненні певної « критичної» товщини перешийка, міцність його зросте настільки, що випинання припиниться, і почнеться рух усього тіста убік пресування.

Для оцінки «критичної» товщини тіста запропоновано залежність. Що дозволяє завдання механіки сипучого тіла звести до розгляду геометричних характеристик тіста.

$$h_{кр} = \sqrt{h_{\min}{}^2 + h_{\min} h},$$

Де h – товщина шару тіста, що рухається (відповідає товщині тіста перед матрицею); h=0,075м.

$h_{\min}$ - мінімально можлива товщина шару тіста, що пресується, яка визначається з умови стійкості або виходячи з експериментальних даних; $h_{\min} = 0{,}025$м.

$$h_{\text{кр}} = \sqrt{0.025^2 + 0.025 \cdot 0.075} = 0.193 \text{ м}$$

Після підстановки (4.4.9) у (4.4.11) при проведенні інтегрування рівняння (4.4) по змінній h_n в межах від 0 до $h_{кр}$, а по куту φ в межах від $\varphi_{торк}$ до $\varphi_{вип}$, визначимо кутову координату початку зони випресовування тіста $\varphi_{вип}$:

$$\varphi_{вип} = \frac{2\pi h_{кр}}{t_ш \cdot tg\alpha} + \varphi_{торк},$$

$$= \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}193}{0{,}6 \cdot tg17} + 3.5 = 10.23.$$

Якщо продуктивність по тісту дуже мала, то може виявитися, що $h_{кр} > h_в$. Для цього випадку кутова координата $\varphi'_{вип}$ визначається залежністю:

$$\kappa'_{вип} = 2\pi\left(\frac{\left(h-h_{кр}\right)^2 / 2tg\alpha - \left(H+t_ш - a\right)\cdot\left(h-h_{кр}\right) + S'_н}{h_{кр}t_ш} + \frac{\varphi' h}{h_{кр}}\right).$$

У безрозмірному виді отримана залежність площі перетину тіста,що перебуває в зоні ущільнення від площі перетину тіста перед нагнітаючим шнеком для різних значень відносної висоти матриці (рис.9).

З огляду на те, що площа перерізу тіста перед нагнітаючим шнеком залежить від продуктивності преса макаронного, щільності тіста, радіусу нагнітаючого шнека, відносної частоти обертання нагнітаючого шнека, то наведена на рис.9 залежність може використовуватися для різних режимних параметрів.

Залежність на рис.4.4 зіставляє кількість тіста в зоні пресування і на одному витку нагнітаючого шнека. Таким чином, можна визначити час перебування тіста перед матрицею(у цьому випадку час виражається в кількості обертів нагнітаючого шнека). При невеликій площі перерізу тіста перед нагнітаючим шнеком можна одержати різке збільшення часу перебування тіста перед матрицею.

Таким чином, запропоновано конструкцію макаронного преса, що передбачає установку матриць перед вікнами випресовування тіста, при цьому край витка нагнітаючого шнека розташовується на певній відстані від матриці. Розглянуто механізм формування й випресовування тіста при наявності зони ущільнення. Отримано залежності для визначення кутових координат початку зон пресування та вивантаження тіста, а також для визначення кількості тіста, що вивантажується.

4.4. Дослідження конструктивних параметрів матриць круглого і кільцевого січення

Досить розповсюджений варіант круглого або кільцевого січення формуючих каналів, тобто матриць для виготовлення макаронних виробів.

Даний вираз представляє собою оператор Лапласа $\nabla^2 v_z$ від функції

v_z:

$$\nabla^2 v_z = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r \cdot \frac{\partial v_z}{\partial r})}{\partial r}$$

У випадку проходження макаронного тіста по каналам круглого або кільцевого січення, які мають вісь симетрії, має зміст використовувати циліндричні координати r, φ, z (рис. 4.9.)

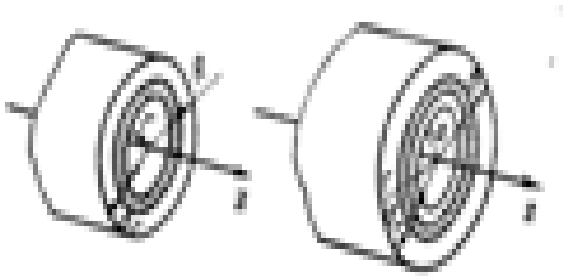


Рис. 4.9. Схеми для побудови витратно-напірної характеристики матриці круглого і кільцевого січення

Оператор Лапласа, або ліва частина рівняння Пуассона, в циліндричних координатах запишеться наступним чином:

$$\nabla^2 v_z = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r \cdot \frac{\partial v_z}{\partial r})}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 v_z}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2}$$

Два останні вирази правої частини рівняння рівні нулю. Перший з них це: $\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 v_z}{\partial \varphi^2} = 0$, так як присутня осьова симетрія і похідні від φ рівні 0.

Другий вираз рівний нулю внаслідок виконання умови неперервності потоку, що призводить в даному випадку до просторового виду рівняння неперервності $\frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$. Тоді рівняння Пуассона буде мати вигляд:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \cdot \left(r \cdot \frac{\partial v_z}{\partial r}\right) = -\frac{\Delta p}{\mu l}$$

При $v_z \neq v_z(\varphi)$ враховуючи осьову симетрію і $v_z = v_z(\varphi)$ на підставі того самого рівняння неперервності потоку $\frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$, $v_z = v_z(r)$ і рівняння Пуассона набуло ще простішого вигляду:

$$\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial}{\partial r}\cdot\left(r\cdot\frac{\partial v_z}{\partial r}\right)=-\frac{\Delta p}{\mu l}$$

У такому вигляді дане рівняння як рівняння з роздільними змінними можна розв'язати подвійним інтегруванням:

$$v_z=-\frac{\Delta p}{4\mu l}r^2+C_1 lnr+C_2$$

Для побудови ВНХ каналів круглого січення в якості граничних умов для визначення похідних сталих C_1 і C_2 приймемо умови відсутності проковзування тіста на стінках шнекової камери і неможливість існування швидкостей потоку, рівних нескінченності. Таким чином,

$v_z=0$ при r=R;

$v_z\neq\infty$ при r→ 0.

Підставляючи ці умови в рівняння дозволяє визначити константи похідних:

$$C_1=0; \qquad C_2=\frac{\Delta p}{4\mu l}\cdot(R^2-r^2).$$

Рівняння, за допомогою якого визначається розміщення швидкостей по січенню каналу, набуде наступного вигляду:

$$v_z=\frac{\Delta p}{4\mu l}(R^2-r^2);$$

де: μ - константа, що визначає властивості матеріалу, котрий випресовується;

Δp - перепад тиску;

l - довжина каналу;

R і r - радіуси формувального отвору.

$$v_z=\frac{0{,}05\cdot 10^3}{4\cdot 0{,}3\cdot 0{,}6}(0{,}034^2-0{,}2^2)=0{,}52\ м^2$$

Написавши вираз для елементарної витрати через безкінечно тонке кільце радіусом r і товщиною∂r, і про інтегрувавши від 0 до R, отримаємо ВНХ для круглого січення:

$$Q=\int_0^R v_z 2\pi r dr=\frac{\pi R^4}{8\mu l}\Delta p;$$

Коефіцієнт, який характеризує геометрію каналу К, визначається за формулою:

$$К = \frac{\pi R^4}{8l}.$$

$$Q = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}034^4}{8 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}6} \cdot 0{,}05 \cdot 10^3 = 60{,}9 \text{ кг/год.}$$

Для побудови ВНХ каналів кільцевого січення в якості граничних умов приймемо відсутність проковзування на стінках. Таким чином,

$v_z = 0$ при r = a;

$v_z = 0$ при r = b.

Підставивши дані умови в рівняння для швидкості ми отримаємо значення сталих похідних C_1 і C_2. Підставивши їх в рівняння швидкості отримаємо кінцеву формулу розміщення швидкостей по товщині кільцевого січення у вигляді:

$$v_z = \frac{\Delta p}{8\mu l} \cdot (a^2 - r^2) + \frac{b^2 - a^2}{lnb/a} \cdot lnr/a$$

Провівши інтегрування елементарної витрати в межах від b до a, отримаємо кінцеве рівняння ВНХ каналу кільцевого січення:

$$Q = \frac{\pi}{8\mu l} \cdot (b^4 - a^4 - \frac{(b^2 - a^2)^2}{lnb/a})\Delta p,$$

де: b і a – ширина і висота матриці; b = 0,09 м, a = 0,06м;

l - довжина каналу, l=0,4м;

Δp - розрахований тиск пресування, Па; $\Delta p = 0.15 \cdot 10^3$ Па

Коефіцієнт, який характеризує геометрію каналу К рівний:

$$К = \frac{\pi}{8l} \cdot (b^4 - a^4 - \frac{(b^2 - a^2)^2}{lnb/a});$$

$$К = \frac{3{,}14}{8 \cdot 0{,}4} \cdot (0.09^4 - 0.06^4 - \frac{(0.09^2 - 0.06^2)^2}{ln0.09/0.06}) = 15{,}36$$

Тобто $Q = \frac{К}{\mu}\Delta p$.

$$Q = \frac{15{,}36}{0{,}3} 0{,}15 \cdot 10^3 = 74{,}3$$

5 . ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Санітарно-гігієнічні вимоги при роботі на пресі макаронному вакуумному марки АМБ-100

Виробнича санітарія – система організаційних, гігієнічних і санітарно технічних заходів і засобів, які запобігають дії на робітників виробничих факторів. Виробнича санітарія включає оздоровлення повітряного середовища і нормалізацію параметрів мікроклімату в робочій зоні, захист працюючих від шуму, вібрації, ультразвуку і електромагнітних випромінювань; забезпечення потрібних нормативів природнього і штучного освітлення; підтримання у відповідності з санітарними вимогами території підприємства, основних виробничих і допоміжних приміщень. Основними санітарно-технічними системами забезпечення потрібних умов праці у даному випадку є: система вентиляції і кондиціонування повітря, система опалення, освітлення виробничих приміщень. В цеху по виробництву макаронних виробів встановлена система приточно-витяжної вентиляції. Опалення цеху парове. Подача тепла здійснюється від загальнозаводської котельні.

Робота обслуговуючого персоналу преса макаронного вакуумного марки АМБ-100 відноситься до легкої категорії робіт. Виконується робота по обслуговуванню стоячи і не потребує великих фізичних зусиль та переносу важких предметів. Умови роботи обслуговуючого персоналу не відноситься до небезпечних, оскільки працівники не підлягають впливу перевищуючих гігієнічних нормативів, небезпечних виробничих факторів, а також психофізіологічних факторів. Робота робітників не відноситься ні до однієї із степеней небезпечності умов роботи і характеру праці.

5.1.1. Розрахунок освітленості приміщення

Цех по виробництву макаронних виробів де встановлено прес макаронний вакуумний марки АМБ -100 згідно СНІП-2-4-79

“Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение”. відноситься до другої групи по застосуванню зорової роботи. Характеристика зорової роботи малої точності, що відноситься до грубих розряду Y. В цеху виробництва макаронних виробів проектується природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через бокові віконні отвори. Для розрахунку вікон використовується формула.

$$S = \frac{S_п \cdot e_н}{100 \cdot \tau_0 \cdot r} \cdot k_з \cdot \eta \cdot k_{зб}, м^2$$

де, S – площа вікон;

$S_п$ – площа підлоги приміщення, $м^2$;

$e_н$ – нормоване значення коефіцієнта звичайного освітлення, %;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання;

r – коефіцієнт, що враховує допоміжне відбите світло від стелі, сторін і підлоги;

$k_{зб}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон протипожежними будівлями;

$k_з$ – коефіцієнт запасу.

Приміщення цеху по виробництву макаронних виробів має площу

$S_п = 576$ $м^2$.

$\tau_{0=}$ $\tau_1 \cdot \tau_2 = 0{,}8 \cdot 0{,}7 = 0{,}56.$

Згідно ([31] с.70 табл.5 і 6) знаходимо $e_н$ = 0,8; $\eta_0 = 7;$ **$K_{зб}$ = 1; $K_з$ = 1,1. Тоді**

підставивши числові значення у формули отримаємо:

$$S = \frac{576 \cdot 0{,}8}{100 \cdot 0{,}56 \cdot 1{,}2} \cdot 1{,}1 \cdot 7 \cdot 1 = 54 м^2$$

Слід мати на увазі, що забруднене остіклення може у 2 – 7 разів зменшити величину освітлення всередині приміщення. СНиП II-4

встановлені норми миття вікон в харчовій промисловості не менше 4 рази в рік.

Отримати рівномірну природну освітлюваність неможливо. Тому важливо є організувати правильно штучне освітлення.

Згідно СНиП-4-79 для розряду робіт, зорових робіт штучне освітлення повинно складати Е=100лк.

Приймаємо люмінесцентні лампи потужністю Р=80 Вт і світильники типу ПВЛМ. Визначаємо необхідну кількість ламп (шт.):

$$N = \frac{E \cdot k_з \cdot S_п \cdot Z}{\Phi \cdot \eta}$$

де, Е – задана мінімальна освітленість, лк; $К_з$ – коефіцієнт запасу;

$S_п$ – площа освітлення, $м^2$; Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, (Z=1,1…1,2); Ф – світловий потік лампи; η – коефіцієнт використання світлового потоку;

$$N = \frac{100 \cdot 1{,}3 \cdot 576 \cdot 1{,}1}{3980 \cdot 0{,}75} = 28 шт.$$

Так як в кожному світильнику ПВЛМ розміщуються 2 люмінесцентні лампи, необхідна кількість світильників буде 14. приймаємо 28 лампи. Розміщуємо їх рівномірно по приміщенню в 3 ряди (через 6м) і по 9шт.

Місцеве освітлення призначено для окремих робочих місць. Застосовувати в відділеннях тільки освітлення не дозволяється. При виході із ладу робочого освітлення передбачається аварійне освітлення, яке забезпечує освітленість в розмірі 10% від нормованого для даного приміщення, а також яке має окреме джерело живлення електроенергії. Аварійне освітлення включається автоматично при відключенні сітки робочого освітлення.

5.1.2. Розрахунок заземлення для забезпечення безпечної роботи преса макаронного вакуумного марки АМБ-100

Захисне заземлення – це передбачене електричне з’єднання із землею

металічних не струмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою.

Заземлення необхідно виконувати у всіх випадках при напрузі 380В і вище змінного струму. Захисне заземлення знижує до безпечного рівня напругу дотику до корпуса за рахунок зменшення потенціалу відносно землі через малий опір заземлення. Проектуємо і розраховуємо заземлення для стальних заземлювачів і полос. Знаходимо опір розтікання струму одиничного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{0{,}16\rho}{L_B}\left(Ln\frac{2L_m}{d_i} + \frac{1}{2}Ln\frac{4H + L_B}{4H - L_B}\right),$$

ρ - електричний опір грунту, Ом=150;

L_B - вертикальні електроди довжиною, м =5;

d_i - діаметр вертикальних електродів, $м^2$ =0,012;

Н – розміщення середини електродів, м= 3,3

$$R_B = \frac{0{,}16 \cdot 150}{5}\left(Ln\frac{2{,}5}{0{,}012} + \frac{1}{2}Ln\frac{4 \cdot 3{,}3 + 5}{4 \cdot 3{,}3 - 5}\right) = 34{,}18$$

Знаходимо розрахунковий опір розтіканню напруги горизонтального електрода. $L_Г = a_в(n_в - 1)$,

$a_в$ - відстань між вертикальними заземлювачами, м=10;

$n_в$ - кількість вертикальних заземлювачів,

$$L_Г = 10(5-1) = 40, \qquad R_Г = \frac{0{,}16p}{H_Г}Ln\frac{L_Г^{\,2}}{d_{Г\ 0}}.$$

$L_Г$ - довжина горизонтальної з’єднувальної смуги, м=40.

З’єднувальна смуга H_0=4×40 мм.

$$R_Г = \frac{0{,}16 \cdot 150}{40}Ln\frac{70^2}{0{,}02 \cdot 0{,}8} = 4{,}33.$$

Знаходимо розрахунковий електричний опір заземлюючого пристрою:

$$R = \frac{R_B \cdot R}{R_B \cdot \eta_Г + R_в \cdot \eta_в \cdot n},$$

$\eta_Г$, $\eta_в$ - коефіцієнти перерахунку, 0,73; 0,48.

$$R = \frac{34{,}18 \cdot 4{,}33}{34{,}18 \cdot 0{,}48 + 4{,}33 \cdot 0{,}73 \cdot 8} 3{,}55 \text{ (Ом).}$$

$R \le R_З$; $3{,}55 \le 4$.

5.2. Надзвичайні ситуації техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру

Надзвичайні ситуації техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру: аварії (катастрофи), стихійні лиха, зброя.

Аварія — це порушення нормальної роботи певного механізму, що призводить до значних ушкоджень, знищення матеріальних цінностей, ураження і загибелі людей.

Катастрофа — це аварія значних масштабів з трагічними наслідками.

Небезпечними наслідками великих аварій є пожежі та вибухи.

Здебільшого аварії виникають через:

порушення технології виробництва, правил експлуатації обладнання, машин і механізмів;

низьку трудову ітехнологічну дисципліну;

недотримання заходів безпеки;

незадовільне впровадження прогресивних систем пожежогасіння: відсутність належного нагляду за станом обладнання, а також через стихійні лиха.

Сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Нині у світі нараховується до 6 млн хімічних речовин; 90% з них — це

органічні сполуки, більшість яких токсичні. У промисловій технології щодо токсичних хімікатів вживається поняття «шкідлива речовина»; при контакті з

організмом людини вона може викликати травми, отруєння, захворювання, інші відхилення у стані здоров'я.

До групи сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) відносить не всі шкідливі речовини, а тільки ті, що заражають повітря в небезпечних концентраціях, здатних викликати масові ураження людей, тварин і рослин.

За фізичними властивостями до групи СДОР належать:

- тверді леткі речовини: солі синильної кислоти, гранозан, етилмеркурфосфат, етилмеркурхлорид, меркуран;
- рідкі леткі речовини, що зберігаються в місткостях під тиском:

у підгрупі А — аміак, окис вуглецю;

у підгрупі Б — хлор, сірчистий газ, сірководень, фосген, бромметил;

- рідкі леткі речовини, що зберігаються в місткостях без тиску:

у підгрупі А — нітро- й аміносполуки ароматичного ряду, синильна кислота;

у підгрупі Б — нітро-акрилова кислота, нікотин, октаметил, тіофос,метафос, сірковуглець, тетраетилсвинець, дифосген, дихлоретан, хлорпікрин;

- димучі кислоти — сірчана, азотна, соляна, плавикова, хлорангідриди сірчаної, сірчистої та піросірчаної кислот.

Розглянемо основні характеристики найпоширеніших сильнодіючих отруйних речовин, що знаходяться у великих кількостях на підприємствах, які їхвиробляють або використовують.

Хлор — газ жовто-зеленого кольору з різким характерним запахом. Малорозчинний у воді. Важчий за повітря, тому накопичується в низинах. У великих кількостях використовується для відбілювання тканин і паперової маси, знезараження питної води та ін. Перевозиться в зрідженому стані під тиском у цистернах і балонах. Потрапивши в атмосферу, димить.

Аміак — безбарвний газ із характерним різким запахом (нашатирний спирт). Легший за повітря. Добре розчиняється у воді. Рідкий аміак використовується як робоча речовина у холодильних машинах. Перевозиться

у зрідженому стані під тиском уцистернах і балонах. Потрапивши в атмосферу, димить.

Сірководень — безбарвний газ із неприємним запахом. Важчий за повітря. Розчиняється у воді. Його пара утворює з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Двоокис сірки (сірчистий газ, сірчистий ангідрид) — безбарвний газ із характерним різким запахом. Добре розчиняється у воді. У великих кількостях використовується для виготовлення сірчаної кислоти, застосовується в паперовому для дезінфекції приміщень.

Синильна кислота — безбарвна, прозора, дуже лётка рідина. Пара її взвичайному стані безбарвна, має своєрідний п'янкий запах (гіркого мигдалю).

Стихійні лиха. Стихійне лихо — це надзвичайне природне явище, що діє з великою руйнівною силою, завдає значної шкоди району, в якому відбувається, порушує нормальну життєдіяльність населення, знищує матеріальні цінності. Основні види стихійних лих.

Пожежі — це стихійне поширення вогню, що вийшов з-під контролю людини. Пожежі завдають величезних матеріальних збитків і нерідко призводять до загибелі людей.

Повені — значні затоплення суходолу, коли вода у річках піднімається вище звичайного рівня внаслідок рясних опадів, швидкого танення снігів, утворення льодових заторів або коли вітер жене воду з боку моря в гирла річок.

Землетруси — явища, що проходять у певних ділянках земної кори. Це одне із жахливих стихійних лих. Воно виникає зненацька. І хоча тривалість основного поштовху не перевищує кількох секунд, його наслідки сягають величезних масштабів. Попередити землетрус, зупинити його чи уникнути неможливо. На земній кулі щороку відбувається понад 100 тис землетрусів; більшість з них призводять до загибелі тисяч людей і до різноманітних

руйнувань.

Селеві потоки — це стрімкий рух з гір селю — суміші води, каміння, щебеню, піску і глини; вони затоплюють, знищують усе на своєму шляху.

Зсуви відбуваються частіше по берегах річок і водоймищ. Основною причиною їх виникнення є надлишкове насичення підземними водами глинистих порід до текучого стану, внаслідок чого вниз по схилах зсовуються величезні маси грунту, а разом з ним — усі споруди.

Снігові замети утворюються взимку під час снігопадів і можуть бути настільки великими, що набувають характеру стихійного лиха.

Ураган - це посилення вітру до 35 м/с і більше (12 балів за шкалою Бофорта).

5.2.1. Принципи та способи захисту працівників при надзвичайних ситуаціях

Захист населення — це комплекс заходів, спрямованих на попередження негативного впливу наслідків надзвичайних ситуацій чи максимального послаблення ступеня їх негативного впливу. *Основні принципи щодо захисту населення:*

1. Захист населення планується і здійснюється диференційовано, залежно від економічного та природного характеру його розселення, виду і ступеня небезпеки можливих надзвичайних ситуацій.
2. Усі заходи щодо життєзабезпечення населення готуються заздалегідь і здійснюються на підставі законів держави.
3. При захисті населення використовують усі наявні засоби захисту (захисні споруди, індивідуальні засоби захисту, евакуацію із небезпечних районів та інше).
4. Громадяни повинні знати основні свої обов'язки щодо безпеки життєдіяльності, дотримуватись установлених правил поведінки під час надзвичайних ситуацій.

Основні заходи щодо забезпечення захисту населення в надзвичайних

ситуаціях:

1. Повідомлення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій та постійне його інформування про наявну обстановку.
2. Навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти у надзвичайних ситуаціях.
3. Укриття людей у сховищах, медичний, радіаційний та хімічний захист, евакуація населення з небезпечних районів.
4. Спостереження та контроль за ураженістю навколишнього середовища, продуктів харчування та води радіоактивними, отруйними, сильнодіючими отруйними речовинами та біологічними препаратами.
5. Організація і проведення рятувальних та інших робіт у районах лиха.

Висновок. В результаті проведеного аналізу небезпечних ситуацій, які можуть виникнути на підприємстві і призвести до руйнувань і людських жертв небезпечними є: виникнення виробничих аварій, стихійні лиха, пожежі, урагани, паводки. Особливо небезпечною є надзвичайна ситуація техногенного характеру. Найважливішими заходами по захисту від надзвичайних ситуацій техногенного характеру які можуть виникнути на підприємстві є дотримання правил техніки безпеки та умов технологічних процесів.

Підвищити стійкість роботи об’єкта можна за рахунок проведення заходів цивільного забезпечення і техніки безпеки. Це дозволить не тільки уникнути людських жертв на випадок не передбачуваних надзвичайних ситуацій техногенного характеру, але й запобігти їх виникненню.

Загальні висновки

В ході виконання курсового проекту було розроблено заходи для підвищення продуктивності преса макаронного вакуумного марки АМБ – 100. Проведено обгрунтування техніко-економічної доцільності модернізації преса макаронного вакуумного марки АМБ-100, визначено мету і задачі роботи. В основу покладено зміна кроку та форма шнека, зменшення кута загострення відрізного ножа.

Відповідно до заходів було розрглянуто структурну і кінематичну схеми преса макаронного вакуумного марки АМБ –100. Проведено розрахунок продуктивності макаронного вакуумного пресса та його кінематичний розрахунок, конструювання і розрахунок нагнітаючого шнека тіста. Визначено кутові швидкості, частоти обертання й крутні моменти валів привода преса макаронного вакуумного марки АМБ-100. Розраховано зусилля яке необхідно прикласти до ножів із новим кутом різання. Провели ряд розрахунків для визначення міцності і довговічності. Розрахунок степеня міцності валу. Розрахунок довговічності підшипників валу.

Перелік посилань

1. Лісовенко О.Т. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Київ, «Наукова думка», 2000.-281с.
2. Закалов О. В. Шинкарик М.М. Ворощук В.Я. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу “Технологічне обладнання харчових виробництв”.
3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проэктирование по технологии машиностроения М.: Машиностроение, 1975.-340с.
4. Режимы резания металов. Справочник. Под ред. Барановского Ю. В. – М.: Машиностроение, 1972. – 407с.
5. Справочник по монтажу технологического оборудования молочной промышлености. Под ред. Шувалова В. Н. М.:Машиностроение, 1968. – 500с.
6. Общемашиностроительные нормативы вспомагательного времени. М.: Высшая школа, -1970. – 450с.
7. Справочник конструктора – машиностроителя. Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова – М.:Машиностроение, 1972. – 712с.
8. Соколов В.Н. Конструирование оборудования пищевых производств.-М.: Пищевая промышлености, 1979-348с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностоителя том 2.-М.:Машиностроение, 1980-560с.
10. Илюхин В.В. Монтаж, наладка и ремонт оборудования предприятий мясной промышленности.-М.:Лёгкаяи пищевая промышленность, 1984.-263с.
11. *Igor Stadnyk, VolodymyrPiddubnyi, SvitlanaKrsnozhon, NataliiaAntoshkova*
    INFLUENCE OF REDUCTION ON ADHESIVE PROPERTIES
    Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences vol. 14, 2020, p. 76-87
    https://doi.org/10.5219/1195 ISSN 1337-0960 (online)

12. Назаров Н. И. Технология и оборудование пищевых производств. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 352 с.
13. Красов Б. В. Ремонт и монтаж оборудования предприятий молочной промышлености. изд. 3-е. М.: Легкая и пищевая промышлености, 1982. – 305с.
14. Соколов В.Н. Конструирование оборудования пищевых производств. - М.: Пищевая промышлености, 1979-348с.
15. Иванов К.А., Смирнов Г.А. Механизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ.-М.: Агропромиздат 1980.-231с.
16. Азаров Б. М. Технологическое оборудование пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1988. – 320 с.
17. Закалов О. В. Шинкарик М.М. Ворощук В.Я. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу “Технологічне обладнання харчових виробництв”.
18. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості К.: Нова книга 2000 р. – 575 с.
19. Лисовенко А. Т.Смесительные машини в хлебопекарной и кондитерской промышлености. К.: Урожай, 1990 – 192 с.
20. Харламов С. В. Конструирование технологических машин пищевых производств. М.: Машиностроение, 1979 г. – 256с.
21. Курсовое проектирование деталей машин: С.А.Чернавский, К.Н.Боков, И.М.Чернин и др.-М.: Машиностроение, 1987.- 416 с.
22. Моргун В.А. Улучшение хлебопекарных качеств муки. – К.:Урожай.-1991.-136с.
23. Igor Yaroslavovych Stadnyk, Volodymyr Piddubnyi, Halyna Karpyk, Mykhail Kravchenko, Volodymyr Hidzhelitskyi
ADHESION EFFECT ON ENVIRONMENT PROCESS INJECTION //*Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.* vol. 13, 2019, no. 1, p. 429-437 (скопус) https://doi.org/10.5219/1078
24. CC BY 3.0 ISSN 1337-0960 (online

25. Анурьеев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3-х т. – 6-е изд., М.: Машиностроение 1982
26. Общетехнический справочник Под.ред. Е.А.Скороходова – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1982 – 415с.
27. Тамарковский М.А., ЦаревА.Г. Ремонт и монтаж оборудования. М,: Агропромиздат, 1987 – 263с.
28. Бутковский В.А. Експлуатация оборудования мельниц и крупзаводов. М.: Колос, 1974 – 604с.

Додаток

Продуктивність нагнітаючого шнека визначається геометричними параметрами за формулою:

$$G_ф = 3600\pi\rho mAn(R_2^{\ 2} - R_1^{\ 2})(t-(b_1-b_2)/(2\cos\alpha)k_з k_n k_p \quad [кг/год]$$

де:

m - кількість заходів шнека, m = 1;

A - кількість шнеків, A = 1;

n - частота обертання шнека, об/с; $n = 43/60 = 0.717$ (об/с)

R_2 - зовнішній радіус шнека, м; R_2=0.036 (м);

R_1 - внутрішній радіус нагнітаючого шнека,

R_1 =0.01 (м);

t- крок гвинтової лінії нагнітаючого шнека, м;

t= 0.038 (м);

b_1 - ширина гвинтової лопаті нагнітаючого шнека в нормальному перерізі по внутрішньому радіусу, b_1=0.007 (м);

b_2 - ширина гвинтової лопаті нагнітаючого шнека в нормальному перерізі по зовнішньому радіусу, b_2 = 0.007 (м);

ρ - густина транспортованої маси(макаронного тіста), $\rho = 1050 кг/м^3$;

$k_з$ - коефіцієнт заповнення порожнини шнека тістом, $k_з$=0,9;

k_n - коефіцієнт пресування, k_n =0,56;

k_p - коефіцієнт зменшення подачі тіста при зміні реологічних властивостей тіста, k_p =0,93;

α - кут підйому гвинтової лінії лопаті по середньому діаметру шнека, град.

Остання величина розраховується за формулою:

$$tg\alpha = t / \pi D_c,$$

де D_c - середній діаметр шнека, м.

$$tg\alpha = 0.038 / 3.14 \cdot 0.02 = 0.6 = 12^{\circ}$$

$$G_{\partial} = 3600 \cdot 3.14 \cdot 1050 \cdot 0.717 \cdot (0.036^2 - 0.01^2)(0.038 - (0.007 + 0.007) / 2\cos 12)0.9 \cdot 0.56 \cdot 0.93 =$$
=238 [кг/год]

Потужність приводу шнека, яка витрачається на спресовування тіста, механічного видалення з нього повітря та проштовхування крізь отвори матриці, наступним чином:

$$N = 215 P n tg\alpha (R_2^{\ 3} - R_1^{\ 3}) \text{ [кВт]},$$

де P - тиск пресування, МПа; $P = 0.15 \cdot 10^3$ Па.

$$N = 215 \cdot 0.15 \cdot 10^3 \cdot 0.717 \cdot tg12(0.036^3 - 0.01^3) = 947.9 \text{ (Вт)}$$

Приймемо N = 2.5 кВт/