

Бойцун Денис Андріан Володимирович

Розробка автоматизованої системи керування виробництвом коротких макаронних виробів

Керівник: проф. Стухляк П.Д.

Development of an automatic control system of short macaroni products making



## АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз сучасних технологій і техніки для виробництва макаронів і розглянуті теоретичні основи виробництва. У роботі наведені характеристики основної і додаткової сировини, готового виробу і вимоги якості до них. Детально розглянуто технологічні схеми і обрана технологія, що відповідає сучасному рівню макаронного виробництва і гарантує випуск високоякісної продукції. Це забезпечується шляхом введення додаткової кількості спеціальних добавок на стадії виробництва.

Проведено розрахунки рецептур, витрат сировини, потужності підприємства. Здійснено вибір сучасного обладнання для виробництва, на основі яких вибрано основне і допоміжне обладнання, що відповідає сучасним вимогам для виробництва макаронних виробів.

Запропоновані схеми технохімічного контролю дозволяє контролювати процес виробництва.

Для поліпшення умов праці була запропонована функціональна схема автоматизації виробничих процесів. Розроблено автоматизовану систему керування технологічним процесом для виробництва короткорізаних макаронних виробів.

Ключові слова: МАКАРОННІ ВИРОБИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, БОРОШНО, КОНТРОЛЬ, ТЕМПЕРАТУРА.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>5</b>
<b>1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>8</b>
1.1. <i>Аналіз ринку та обґрунтування вибору асортименту на основі маркетингових досліджень.....</i>	<i>8</i>
1.2. <i>Обґрунтування потужності і вибір ліній по цеху.....</i>	<i>9</i>
<b>2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>14</b>
2.1. <i>Складання і розрахунок рецептур .....</i>	<i>14</i>
2.2. <i>Розрахунок кількості води для замішування тіста .....</i>	<i>14</i>
2.3. <i>Вибір температури тіста для оптимізації виробництва .....</i>	<i>15</i>
2.4. <i>Розрахунок витрати борошна і добавок .....</i>	<i>18</i>
2.5 <i>Розрахунок площі складу зберігання борошна.....</i>	<i>20</i>
<b>3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>26</b>
3.1. <i>Опис технологічної схеми .....</i>	<i>26</i>
3.2. <i>Технохімічний контроль виробництва .....</i>	<i>30</i>
3.2 <i>Розробка автоматизованої системи для виробництва макаронних виробів.....</i>	<i>31</i>
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ .....</b>	<b>41</b>
4.1 <i>Організація охорони праці при роботі з системою управління .....</i>	<i>41</i>
4.2 <i>Електробезпека .....</i>	<i>43</i>
7.3 <i>Розрахунок заземлення .....</i>	<i>46</i>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>49</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>50</b>

## ВСТУП

Макаронні вироби - це харчові продукти, які як правило виготовляються з борошна, власне в більшості з пшениці з додаванням води шляхом змішування, різних способів сушіння та сформовування у різного виду вироби. При створенні макаронних виробів також можливе використання інших інгредієнтів - овочів, сухої клейковину, пшеничні зародки, молочні, ячні і соєві продукти.

Власне макаронні види виробів можна віднести до продуктів харчування основного типу, і слід азуважити, що попит вони мають стабільний попит. Вони є виробами, які формуються з використання тіста, як правило пшеничного типу у вигляді різної форми, які в подальшому висушуються до 13% вмісту вологи в них. Вони мають досить гарний термін зберігання, відносно непогану транспортабельність, невеликий час, який затрачається на готування, а також поживною цінністю у високих межах і оптимальною засвоюваністю. Цінність біологічного типу виробів з тіста значно підвищується, коли проводять їхнє виробництво з додавання різних добавок, наприклад яєць, насіння льону, подрібненого кунжуту, тощо.

На відміну від хлібу вироби макаронного типу при довготривалому зберіганні не черствіють, всмоктують вологу в меншій мірі, ніж сухарі, можуть зберігатися більше одного року при забезпеченні сухих умов. При цьому вони практично не втрачають свої смакові якості.

На підприємствах громадського харчування макаронні вироби є кулінарним напівфабрикатом для приготування перших (м'ясних, молочних, вегетаріанських) та других страв (запіканок, гарнірів). Різноманітна форма цих продуктів дозволяє красиво комбінувати їх з іншими продуктами і готувати широкий асортимент смачних і поживних страв: з м'ясом, солодкою підливою, сиром, сиром, в відварному вигляді як гарнір і т. д.

При зберіганні макаронні вироби не черствіють, як хліб, і менш гігроскопічні в порівнянні з сухарями, добре транспортуються і зберігаються (до року і більше) без погіршення смакових і поживних властивостей. Макаронні вироби з харчової цінності перевершують пшеничний хліб, так що виготовляють їх із пшеничного борошна з максимальним вмістом білкових речовин. У них міститься 12 - 14% білків, 75 -80 засвоюваних вуглеводів, 0,9 жирів, 0,6% мінеральних речовин і вітаміни В1, В2, РР і ін. Калорійність макаронних виробів становить 360 ккал / 100 г. Засвоюваність їх організмом людини вище засвоюваності крупи. Білки макаронних виробів засвоюються на 85%, вуглеводи - на 98% і жири на 95%. З них можна швидко приготувати страву, так як тривалість їхнього варіння дорівнює 5 - 15 хвилин [1].

Розвиток ринкових відносин в економіці призвело до закономірного збільшення числа малих підприємств по виробництву макаронних виробів. Виробництво макаронів на малих підприємствах дає можливість швидко розширювати асортимент, оперативно реагувати на зміну купівельного попиту, забезпечувати населення свіжою продукцією.

Один з напрямків, за яким харчова галузь розвивається є розробка та дослідження роботи технологічного обладнання з високою продуктивністю роботи, яке дозволяє суттєво покращити продуктивність, власне, праці, та скоротити наявність великого впливу негативного характеру на навколишнє середовище і забезпечити суттєву економію початкових матеріалів. Необхідно також впроваджувати сучасні технології, орієнтовані на місцеву сировину і забезпечити випускати продукцію стабільної якості.

Мета роботи - проектування макаронної фабрики на базі підприємства середніх розмірів. Для поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- 1) розрахувати необхідну перспективну виробничу потужність підприємства;

2) підібрати сучасне технологічне обладнання, що підходить для виробництва макаронних виробів з доступної сировини - борошна пшеничного вищого сорту;

3) підібрати асортимент макаронних виробів;

4) розглянути питання технічного контролю і безпеки праці на виробництві;

5) виконати необхідні розрахунки.

## 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1. Аналіз ринку та обґрунтування вибору асортименту на основі маркетингових досліджень

Макаронні вироби є для більшості людей другим хлібом. З'явившись у нас порівняно недавно - трохи більше 200 років тому, макарони стали одним з улюблених продуктів: в середньому сім'я споживає до 6 кг макаронних виробів на рік.

За споживанням макаронних виробів Україні займає 14-е місце в світі (близько 6 кг в рік на душу населення), на першому місці знаходиться Італія - близько 28 кг.

За даними фахівців ROMIR Monitoring, загальне число споживачів макаронів в даний час складає 94% населення старше 18 років (тобто з числа тих, хто не купують макарони, тільки 8% не вживають взагалі цей продукт).

До цих пір найважливішим критерієм споживачів при покупці макаронних виробів є ціна.

Ринок макаронних виробів характеризується сезонністю: обсяг споживання збільшується навесні і досягає свого піку в травні-червні, далі попит стабілізується і йде незначне його зниження. Мінімальні продажі спостерігаються на початку осені, що пов'язане із збиранням врожаю, який замінює макаронні вироби.

Серед різноманітного асортименту макаронів лідируючу позицію займають ріжки (більше 50% населення вживають цей продукт) і спагетті. Також популярні такі види: черепашки, вермішель, локшина, спіральки, пір'я.

На проєктованому підприємстві планується випускати найбільш популярні види макаронних виробів - короткорізані макарони, такі як: вермішель коротка, ріжки з яєчної добавкою, черепашки, гребінці, пір'я.

Для просування макаронної продукції зазвичай використовуються традиційні методи рекламних комунікацій - радіо і телебачення. Крім того,



виробники все частіше вдаються до торгового маркетингу та інструментів. Досить часто проводяться акції, коли при покупці двох видів товарів в подарунок дають третій та інше.

Реалізація реклами здійснюється через:

- вивіски в точках роздрібної торгівлі, які виготовляються власними силами;
- реклама в засобах масової інформації;
- реклама на упаковці продукції;
- реклама на транспортних засобах.

Поширення інформації про товар необхідно почати за 2 тижні до початку випуску. Потім протягом одного року необхідно постійно підтримувати в свідомості споживачів зацікавленість в даному продукті, в зв'язку з чим, реклама буде з'являтися постійно, але рідше.

Таким чином, завоювання ринку необхідно проводити шляхом розширення асортименту макаронних виробів; за рахунок проведення хорошої рекламної кампанії власної продукції. Слід відзначити, що проведення ефективних заходів рекламного характеру забезпечує створення сприятливого середовища для реалізації створених виробів та збору фідбеків від споживачів з метою визначення подальших перспектив вдосконалення виробництва та просування нового асортименту товарів.

## **1.2. Обґрунтування потужності і вибір ліній по цеху**

Реалізація продукції проектного виробництва передбачається в оптовій і роздрібній торговельній мережі. В якості клієнтів можуть виступати як безпосереднє населення, так і організації та установи.

Виходячи з аналізу маркетингових досліджень, вибирається асортимент найбільш популярних макаронних виробів: супові короткорізані макарони: вермішель коротка, зірочки, черепашки, гребінці, пір'я рифлені.

Макаронні вироби випускаються з борошна хлібопекарського вищого сорту, також є добавки, що поліпшують якість та органолептичні показники готової продукції - яєчний порошок.

Розрахунок потужності макаронної фабрики починається з розрахунку коефіцієнта природного приросту населення.

Коефіцієнт природного приросту населення приймається рівним 0,28.

Чисельність населення на перспективу визначається на основі фактичної чисельності населення і коефіцієнта природного приросту населення

$$T = A \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right)^n, \quad (1.1)$$

де  $T$  - перспективна чисельність населення, тис. чол.;

$A$  - фактична чисельність населення на момент розрахунку, тис. чол.;

$K$  - коефіцієнт природного приросту населення, %, ( $K = 0,28\%$ );

$n$  - кількість років на перспективу, ( $n = 10$  років).

$$T = 35,5 \cdot \left(1 + \frac{0,28}{100}\right)^{10} = 36,5 \text{ тис. чол.}$$

Необхідний приріст виробничої потужності макаронних виробництв міста Тернопіль через 10 років

$$M = M_H - M_D, \quad (1.2)$$

де  $M_D$  - необхідна сумарна виробнича потужність макаронних фабрик м. Тернопіль на момент проектування - ємність ринку макаронних виробів, т / добу.

Попит на макаронні та вироби в перспективу на 10 років

$$M_H = T \cdot m, \quad (1.3)$$

де  $m$  - добова норма споживання макаронних виробів на душу населення, ( $m = 0,06$  кг / чол).

$$M_H = 36,5 \cdot 0,06 = 2,19 \text{ т / добу};$$

$$M = 2,19 - 1,8 = 0,39 \text{ т / добу.}$$

Необхідний приріст виробничих потужностей фабрик і заводів міста являє собою базу для обґрунтування потужності заводу, який повинен не тільки покрити отриманий дефіцит потужності, але і мати певний резерв для забезпечення нерівномірності попиту населення в макаронних виробках і страховий резерв. Сумарна величина резервів повинна знаходитися в межах 20-30%, виходячи з цього, використання виробничої потужності проєктованого заводу становить 70-80%.

Тоді виробнича потужність проєктованого заводу повинна бути в межах

$$\frac{M}{0,8} \leq M \leq \frac{M}{0,7}, \quad (1.4)$$

Добова потужність фабрики з урахуванням коефіцієнта використання виробничої потужності

$$M = \frac{M}{0,7} = \frac{0,39}{0,7} = 0,557 \text{ т / добу.} \quad (1.5)$$

Частка фірми в галузевому ринку визначається відношенням ринкового потенціалу фірми до місткості ринку

$$D_p = \frac{0,557}{1,8} \cdot 100\% = 30,95\%. \quad (1.6)$$

річна потужність

$$M_{\text{год}} = T \cdot M, \quad (1.7)$$

де  $T$  - робочий період (264 дні).

$$M_{\text{год}} = 0,557 \cdot 264 = 147 \text{ т / рік.}$$

Таким чином, з розрахунків видно, що необхідно проєктувати макаронну фабрику виробничою потужністю 147 т / рік, при добовій потужності 0,557 т / добу. При цьому частка фірми в галузевому ринку становитиме 30,95%.

В якості основного технологічного обладнання вибирається макаронний прес фірми Макіс 02-100, продуктивністю до 100 кг / год при 24-годинному робочому дні.

Визначається кількість потокових автоматизованих ліній (АЛП) для обраних виробів кожної групи по формулі:

$$X = \frac{P_{\text{сум}}}{M_m}, \quad (1.8)$$

де  $P_{\text{сум}}$  - добова виробнича потужність по групі виробів, т / добу;

$M_m$  - технічна норма продуктивності лінії, т / добу.

Виходячи з розрахунку, приймаємо кількість АЛП за одиницю.

Фактичний добовий виробнича потужність і виробнича програма фабрики при коефіцієнті використання устаткування 0,95 вказана в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Фактична добова виробнича потужність фабрики

Найменування	Технічна норма продуктивності устаткування	Коефіцієнт використання обладнання	Виробнича програма, т / добу
Супові макаронні вироби	1,2 т / добу	0,95	0,557

Після визначення виробничої потужності фабрики, вибирається окремі види виробів за групами (при цьому необхідно враховувати попит населення на окремі види виробів). Асортимент вироблюваних макаронних виробів представлений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

## Вибір асортименту макаронного виробництва

Найменування виробів, вид	Виробнича програма		
	т / добу	т / рік	% до загального виробітку
Вермішель коротка	0,1671	44	30
Ріжки з ячної добавкою	0,0835	22	15
Мушлі	0,0835	22	15
Гребінці	0,1114	29,5	20
Пір'я	0,1114	29,5	20
РАЗОМ	0,557	147	100

## 2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

### 2.1. Складання і розрахунок рецептур

Рецептура макаронного тіста залежить від якості борошна, виду вироблених виробів, способу їх сушіння і деяких інших чинників.

Рецептурою визначена норма допустимого додавання відходів. Відходами є напівфабрикати, які не втратили харчових якостей. Сирі відходи, що додаються в макаронний прес в кількості до 15% маси борошна, не знижують якості макаронних виробів. Сухі відходи, подрібнені на дробильних установках в крупу розміром до 1 мм, додають в кількості до 10% маси борошна.

Вибираємо середній теплий заміс, вологість тесту 29,5%, температура замісу 55-65°C. При такому замісі виходить якісне тісто з високими органолептичними показниками, таке тісто не прилипає до стінок обладнання, відповідно, при виході готової продукції менше втрат і браку.

### 2.2. Розрахунок кількості води для замішування тіста

$$B = M \cdot \frac{W_T - W_M}{100 - W_T}, \quad (2.1)$$

де  $M$  - дозування борошна, кг;

$W_T$ ,  $W_M$  - вологість тіста і муки, %.

Розрахунок кількості води, що йде на заміс тіста з урахуванням вологості добавок

$$B = \frac{M \cdot (W_T - W_M) + D \cdot (W_T - W_D)}{100 - W_T}, \quad (2.2)$$

де  $D$  - доза добавок, кг, ( $D = 2,75$  кг);

$W_d$  - вологість добавок, %.

Вологість борошна - 14,5%, вологість яєчного порошку - 8,5%.

$$B_{1,3,4,5} = \frac{100 \cdot (29,5 - 14,5)}{100 - 29,5} = 20,6 \text{ літрів};$$

$$B_2 = \frac{100 \cdot (29,5 - 14,5) + 2,75 \cdot (100 - 8,5)}{100 - 29,5} = 22,1 \text{ л.}$$

### 2.3. Вибір температури тіста для оптимізації виробництва

Температура тіста є важливим технологічним фактором, що визначає оптимальні технологічні властивості тіста. Температура тесту повинна бути не вище 40°C. При цьому необхідно враховувати, що перед подаванням в матрицю тістова суміш повинна отримати температуру близько 50-55°C, і при цьому внаслідок ущільнення у шнекових пресах і продавлюванні через сито внаслідок збільшеного тиску при ізохорному процесі температура тіста може зрости на 10°C.

Вибирається температура тіста 30°C.

Розрахунок температури води

Температура води на заміс тіста по даній температурі тіста і борошна обчислюється за формулою

$$T_B = \frac{T_T \cdot t_T \cdot C_T + M \cdot t_M \cdot C_M}{B \cdot C_B}, \quad (2.3)$$

де  $T_T$  - кількість тіста, кг;

$t_T, t_M$  - температура тесту і борошна відповідно, °C;

$C_T, C_M$  - питома теплоємність тіста і борошна відповідно, залежить від вологості тесту і муки, Дж / (кг · К);

$B$  - кількість води, л;

$C_B$  - питома теплоємність води, ( $C_B = 4187$  Дж / (кг · К)).

$$T_{1,3,4,5} = \frac{120,6 \cdot 30 \cdot 2415 + 100 \cdot 20 \cdot 2025}{20,6 \cdot 4187} = 54,3^{\circ}\text{C};$$

$$T_2 = \frac{124,85 \cdot 30 \cdot 2415 + 100 \cdot 20 \cdot 2025}{22,1 \cdot 4187} = 53,9^{\circ}\text{C}.$$

На підставі отриманих даних складається рецептура макаронного тіста.

Рецептура на макарони «Вермішель коротка» представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

#### Рецептура макаронів «Вермішель коротка»

Показник	Значення
Найменування борошна	«Алтан»
Кількість борошна, кг	100
Температура муки, °C	20
Вологість борошна, %	14,5
Кількість води на заміс, л	20,6
Температура води, °C	54,3
Вологість тіста, %	29,5
Температура тіста, °C	30

Рецептура на макарони «Ріжки з ячної добавкою» представлена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

#### Рецептура макаронів «Ріжки з ячної добавкою»

Показник	Значення
1	2
Найменування борошна	«Алтан»
Кількість борошна, кг	100
Температура муки, °C	20
Вологість борошна, %	14,5
Найменування добавки	Ячний порошок



1	2
Кількість води на заміс, л	22,1
Температура води, °С	53,9
Вологість тесту,%	29,5
Температура тесту, °С	30

Рецептура на макарони «Мушлі» представлена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Рецептура макаронів «Мушлі»

Показник	Значення
Найменування борошна	«Алтан»
Кількість борошна, кг	100
Температура муки, °С	20
Вологість борошна,%	14,5
Кількість води на заміс, л	20,6
Температура води, °С	54,3
Вологість тесту,%	29,5
Температура тесту, °С	30

Рецептура на макарони «Гребінці» представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Рецептура макаронів «Гребінці»

Показник	Значення
1	2
Найменування борошна	«Алтан»
Кількість борошна, кг	100
Температура муки, °С	20
Вологість борошна,%	14,5
Продовження таблиці 2.4	

1	2
Кількість води на заміс, л	20,6
Температура води, °С	54,3
Вологість тесту,%	29,5
Температура тесту, °С	30

Рецептура на макарони «Пір'я» представлена таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

#### Рецептура макаронів «Пір'я»

Показник	Значення
Найменування борошна	«Алтан»
Кількість борошна, кг	100
Температура муки, °С	20
Вологість борошна,%	14,5
Кількість води на заміс, л	20,6
Температура води, °С	54,3
Вологість тесту,%	29,5
Температура тесту, °С	30

#### 2.4. Розрахунок витрати борошна і добавок

Одним з найважливіших показників роботи виробничої системи для макаронних виробів - це використання сировинних ресурсів відповідно в межах нормативних показників, тобто максимально допустимими витратами його на вироблення одиниці продукції. Власне нормована кількість необхідної сировини (добавок і борошна), які містять до 14,5 % вмісту вологи, необхідних для вироблення однієї тони виробів макаронного типу вологістю до 12,9 %.

Планова норма витрати борошна залежить від технологічних витрат і втрат, які складаються з врахованих і безповоротних втрат

$$H_{плм} = Z_T + П_V + П_B, \quad (2.4)$$

Де  $Z_T$  - витрати сировини технологічного характеру, кг / т;

$П_V$  - враховані втрати сировини, кг / т;

$П_B$  - безповоротні втрати сировини, кг / т.

Технологічні витрати борошна в тоннах, тобто та частина борошна, яке необхідне для забезпечення функціонування при виробництві продукції у вигляді макаронів, визначається за формулою

$$Z_T = \frac{100 - W_{изд}}{100 - W_M} \cdot 1000, \quad (2.5)$$

Де  $W_{изд}$  - вологість виробу, ( $W_{изд} = 12,9\%$ );

$W_M$  - вологість борошна, ( $W_M = 14,5\%$ ).

$$Z_T = \frac{100 - 12,9}{100 - 14,5} \cdot 1000 = 1018,7 \text{ т/кг.}$$

Усі втрати виробництва, які були приведені є різного роду браком, а також кошторисів сировини, напівфабрикатів і готової продукції без сторонніх включень. Це відходи, непридатні для повторної переробки, але які можуть реалізуватися на корм худобі. Величина врахованих втрат залежить від багатьох факторів і не повинна перевищувати 4 кг / т.

Безповоротні втрати - втрати сухої речовини, які втрачаються, тобто не входять до кінцевої продукції і не можуть, власне, бути зібрані у вигляді відходів. До безповоротних втрат відносять розпил сировини в приміщенні заводу або при тран

спортіровке, втрати при замішуванні тіста, винесення сировини з аспіраційних повітрям, втрати при чищенні матриць. Гранична величина безповоротних втрат становить 2 кг / т.

При виробництві макаронних виробів вологістю 12,9%, планова норма витрати борошна не повинна перевищувати 1024 кг / т готових виробів.

$$H_{плм} = 1018,7 + 4 + 2 = 1023,9 \text{ кг / т.}$$

При виробленні макаронних виробів з добавками частина сухих речовин борошна замінюється сухими речовинами добавки, тоді планова норма борошна знижується.

Добова витрата борошна знаходиться як добуток кількості виробів, які продукуються на добу, на планову кількість нормативної витрати борошна приведеної до однієї тони готових виробів. Кількість виробів з яєчним порошком становить 15%.

$$M_{сут} = P_{убд} \cdot H_{плм} + P_{исяп} \cdot (H_{плм} - 29,2), \quad (2.6)$$

де  $P_{убд}$  - кількість макаронних виробів без добавок, т / добу;

$P_{исяп}$  - кількість макаронних виробів з використанням яєчного порошку, т / добу.

$$M_{сут} = \frac{0,557 \cdot 85}{100} \cdot 1023,9 + \frac{0,557 \cdot 15}{100} \cdot (1023,9 - 29,2) = 567,8 \text{ кг / сут.}$$

Добовий витрата яєчного порошку знаходять множенням кількості борошна для добового вироблення виробів з добавками на норму витрати добавок на 1 т борошна.

$$K_{яич} = \frac{P_{исяп} \cdot (H_{плм} - 29,2)}{1000}; \quad (2.7)$$

$$K_{яич} = \frac{0,557 \cdot 0,15 \cdot (1023,9 - 29,2)}{1000} = 0,083 \text{ т / добу.}$$

## 2.5 Розрахунок площі складу зберігання борошна

На підприємстві буде використовуватися безтарний спосіб зберігання борошна закритого типу в бункерах марки ХЕ-160, доставка борошна буде здійснюватися автоборошновозах. Склад повинен передбачати семісуточний запас борошна. Проходи між силосами повинні бути не менше 0,8 м, а відстань між силосами і стіною не більше 0,7 м.

Таблиця 2.6

## Добова витрата сировини

Найменування виробів, вид	Добовий випуск, кг	Добова витрата сировини, кг	
		Борошно	Ячний порошок
Вермішель коротка	167,1	171	-
Ріжки з ячної добавкою	83,5	83	83
Мушлі	83,5	85,8	-
Гребінці	111,4	114	-
Пір'я	111,4	114	-
<b>РАЗОМ</b>	<b>557</b>	<b>567,8</b>	<b>83</b>

Висота приміщення над силосами повинна бути не менше 2 м при розташуванні майданчика для обслуговування на одній висоті з кришками силосів.

Семидобовий запас борошна дорівнює 3974,6 кг.

$$V_{\text{doi}} = \frac{3974,6}{0,677 \cdot 1000} = 5,87 \text{ м}^3.$$

З урахуванням об'ємної маси 677 кг / м<sup>3</sup>, приймаємо 2 силосу місткістю 26 м<sup>3</sup>, один на витрату борошна, інший на прийом.

Загальна площа складу

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{пол}} + S_{\text{всп}}, \quad (16)$$

де  $S_{\text{пол}}$  - корисна площа, тобто площа, зайнята безпосередньо під збереженою продукцією), м<sup>2</sup>;

$S_{\text{всп}}$  - допоміжна (оперативна) площа, т. Е. Площа, зайнята проїздами і проходами, м<sup>2</sup>.

$$S_{\text{пол}} = 2,652 \cdot 12,18 \cdot 2 = 64,6 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{общ}} = 64,6 + 0,8 + 2 \cdot 0,7 = 66,8 \text{ м}^2.$$

Слід враховувати, що обладнання необхідно розташовувати від стіни не менше 0,8 м, проходи між суміжними обладнаннями не менше 0,8 м, а висота приміщення 4 м. З урахуванням габаритів і кількості обладнання, а також з їх розташуванням, отримуємо площа виробничого приміщення рівну 75 м<sup>2</sup>.

Площа складу готової продукції повинна забезпечувати зберігання виробів, вироблених протягом 10 діб. Існує норма, що на 1 м<sup>2</sup> з урахуванням проїздів і проходів повинна розміщуватись 400 кг продукції.

$$S = \frac{0,557 \cdot 10}{0,4} = 13,925 \text{ м}^2.$$

Підприємство малої потужності, режим роботи двозмінний. Кількість змін зайнятості потокової лінії протягом 10 днів для кожного виду виробів

$$K = \frac{B \cdot n \cdot c}{100}, \quad (2.8)$$

де  $B$  - кількість одиниць встановлених ліній, шт;

$n$  - кількість змін за 10 днів;

$c$  - процентне співвідношення виробів кожного виду.

$$K_{\text{вермишель}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 30}{100} = 6 \text{ робочих змін};$$

$$K_{\text{рожки}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 15}{100} = 3 \text{ робочих зміни};$$

$$K_{\text{ракушки}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 15}{100} = 3 \text{ робочих зміни};$$

$$K_{\text{гребешки}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 20}{100} = 4 \text{ робочих зміни};$$

$$K_{\text{перья}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 20}{100} = 4 \text{ робочих зміни}.$$

Отримані дані зводять в табл. 2.7 і уточнюють добову виробничу програму.

Таблиця 2.7

## Уточнена виробнича програма

Найменування	Розрахункова к-сть змін	Прийнята кількість змін	Уточнена виробнича програма	
			кг / добу	% до вироблення
Вермішель коротка	6	6	167,1	30
Ріжки з яєчної добавкою	3	3	83,5	15
Мушлі	3	3	83,5	15
Гребінці	4	4	111,4	20
Пір'я	4	4	111,4	20
РАЗОМ	20	20	557	100

Таблиця 2.8

## Графік роботи обладнання

Найменування виробу	Дні і зміни																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Короткорізані макарони	+	+	+	+	+	+	-	-	-	*	*	*	^	^	^	^	#	#	#	#

Вермішель коротка - (+), ріжки з яєчної добавкою - (-); черепашки - (\*); гребінці - (^); пір'я - (#).

Графік роботи обслуговуючого персоналу - 2 нічні зміни, 2 вихідних, 2 денні зміни, 2 вихідних і т.д.

В основному виробничому цеху для контролю і забезпечення безперебійної роботи лінії потрібно оператор. Для фасування готової продукції в зміну потрібно 1 фасовщик. Для поставки сировини в основне

виробництво зі складу та вивантаження готової продукції на склад потребується грузчик. Веденням обліку на складі, прийманням сировини і відвантаженням готової продукції займається комірник. Для проведення лабораторних аналізів і контролем якості кожен зміну займається лаборант.

Розрахунок чисельності робітників представлений в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

## Розрахунок чисельності робітників

Найменування професії	Явочна чисельність у зміну	Кількість змін на добу	Явочна чисельність у добу	Облікова чисельність
Вантажник	1	2	2	3
Оператор	1	2	2	3
Фасувальник	1	2	2	3
Комірник	1	2	2	3
Лаборант	1	2	2	3
Разом	5	10	15	

У п'ятиденний графік роботи виводяться ІТП і керівники: 1 головний технолог, 1 начальник лабораторії, 1 бухгалтер, 1 директор. Загальна кількість ІТП - 4 людини.

Облікова чисельність працівників підприємства складає в сумі 19 осіб.

В даний час макаронні вироби мають досить широку номенклатуру (вермішель, локшина, спагеті, «гнізда», рисові макарони і т.д.) і користуються підвищеним попитом у споживачів. Смакові якості макаронних виробів залежать не тільки від якості сировини для їх виробництва, а й від правильного вибору виробником обладнання для виробництва макаронів.



Макаронна галузь нараховує понад 100 підприємств. Виробничі потужності російських підприємств з випуску макаронних виробів становлять близько 1,2 млн. Т і дозволяють повністю забезпечувати потреби ринку країни.

До складу проекрованої лінії з випуску макаронної продукції входить борошнопросіювач, прес-автомат (екструдер), сушильна шафа з лотками (один або кілька), а також фасувально-пакувальний напіваавтомат (автомат). На цьому обладнанні можна виробляти різні вироби з використанням широкого набору матриць, виготовлених з різних матеріалів нержавіючої сталі з бронзовими, фторопластовим або полімерними вкладишами (фільтрами). Асортимент короткорізанних макаронних виробів включає більше 18 видів ( "черепашки", "ріжки ", макарони, локшина звичайна, локшина фігурна і т.д.). Для розміщення даної лінії досить 15-50 м<sup>2</sup> корисної площі (розмір залежить від обсягу виробництва), причому приміщення повинно відповідати санітарним нормам.

## 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1. Опис технологічної схеми

Процес виробництва виробів макаронного типу складається з, власне, наступних операцій, які є основними: спочатку підготовка сировини, на другому етапі приготування макаронного тіста, далі проводиться пресування тіста, після чого відбувається оброблення сирих виробів, власне, сушіння, далі охолодження висушених виробів, перевірка на наявність браку та процес упаковки готових виробів.

Перша стадія: підготовка сировини. Суть цього процесу полягає в тому, що борошно пересіюється, одночасно відділяються металомангнітні включення, далі нагрівається (температуру необхідно забезпечити не нижче 10 °С), відбувається змішування по відповідних даних лабораторії різних видів борошна.

Вода, яка використовується для процесу замішування тіста, додатково нагрівається у спеціальних теплообмінних пристроях, а потім суміщається з холодною водою з водоводу до температури, яка визначена в рецепті.

Підготовка додатків заключається в перемішуванні їх у воді, яка використовується для замішування тістової суміші. При застосуванні яєць курячого походження їх попередньо очищають водою, а якщо має місце використання меланжу, то його перед застосуванням розморожують.

Створення макаронної містової суміші. Цей процес складається з дозування складників (добавок, муки, води) і замішування тістової суміші.

Цей процес виконується за допомогою дозуючих елементів, які забезпечують проступання борошна та води з розчиненими в ній складниками неперервним струменем в замішувальне корито в відношенні близько 1: 3.

У місильному кориті відбувається інтенсивне перемішування борошна і води, зволоження і набухання частинок борошна - відбувається заміс тіста. Однак на відміну від хлібного або бісквітного тіста макаронне тісто до кінця замісу є не сплющеною пов'язаною масою, а безліч зволжених розрізнених грудок і крихт.

Пресування тіста. Мета - ущільнити замішані тісто, перетворити його в однорідну пов'язану пластичну тестову масу, а потім надати їй певну форму, відформувати її. Формування здійснюється продавлювання тесту через отвори, пророблені в металевій матриці. Форма отворів матриці визначає форму випресовуваних сирих виробів (напівфабрикату). Наприклад, отвори круглого перетину будуть давати вермішель, прямокутного - локшину і т. Д.

Оброблення сирих виробів. Складається в розрізуванні випресованих з матриці сирих виробів на відрізки потрібної довжини і в підготовці їх до сушіння. Ця підготовка в залежності від виду виробів, і застосовуваного сушильного обладнання полягає або в розкладці сирих виробів на сітчасті транспортери, рамки або в лоткові касети, або в розрізанні довгих пасом сирих виробів на спеціальні сушильні жердини.

Випресовувані вироби перед різкою і під час різання інтенсивно обдуваються повітрям для отримання на їх поверхні підсушеної скоринки. Це запобігає приливанню сирих виробів до сушильним поверхонь і злипання виробів між собою під час сушіння.

Сушка виробів. Мета - закріпити їх форму і запобігти можливості розвитку в них мікроорганізмів. Це найбільш тривала і відповідальна стадія технологічного процесу, від правильності проведення якої залежить в першу чергу міцність виробів. Дуже інтенсивна сушка призводить до появи в сухих виробках тріщин, а дуже повільна сушка може привести до закисання виробів.

На макаронних підприємствах використовують конвективну сушіння макаронних виробів - обдування висушуємо продукту нагрітим повітрям.

Пониження температури виробів попередньо висушених. Цей процес має відбуватися тому, щоб вирівняти власне високу температуру макронів з

температурою середовища у пакувальному цеху. Якщо макаронні вироби упаковувати без попереднього охолодження, то вологи буде випаровуватися вже в упаковці, що викличе зменшення маси виробів.

Найбільш переважно повільне охолодження висушених виробів в спеціальних бункерах і камерах, званих стабілізаторами-накопичувачами.

Охолоджені вироби піддають відбраковування, під час якої видаляють вироби, що не відповідають вимогам до їх якості, після чого вироби упаковують.

Упаковка. Проводиться або в дрібну тару (коробочки, пакети) вручну або фасувальними машинами, або насипом у велику тару (короби, ящики, паперові мішки).

Борошно зі складу (1, рис. 3.1) за допомогою апарату для перевертання мішків надходить в приймальну воронку борошнопросіювача і розсіву А2-ХПГ (2), з якого шнековим транспортером (3) надходить на зберігання в силосу марки ХЕ-160 (4) для її зберігання. За допомогою живильників шнекового типу (3) борошно подається в дозувальний пристрій борошна (9).

Яечний порошок очищається від домішок на шнековим просіювачем (7) і відправляється в ємність приготування емульсії (8). Частина води очищається від домішок на фільтрі тонкого очищення (5), потім нагрівається в водонагрівальній баку (6), і подається в ємність приготування емульсії (8). Готова емульсія самопливом подається в тістомісильна відділення в дозатор емульсії (10). В цей же дозатор надходить підготовлена вода з водогрійного бака для створення потрібної концентрації емульсії.

Борошно і емульсію дозаторами безперервно подають у тісто змішувач макаронного преса (17). Він має три окремі камери, через які послідовно проходить обробляється суміш, що дозволяє збільшити тривалість замісу до 20 хв. На завершальному етапі замісу в останній камері суміш піддається вакуумуванню за допомогою вакуум-насоса (12). Завдяки цьому виходить більш щільна структура макаронного тесту без повітряних включень, а також в подальшому висушені вироби з рівномірною структурою без раковин.

Потім тістова суміш подається в шнеки пресу для макаронів марки Макіз 02-100 (17). У первинній частині зони шнеку вона піддається інтенсивному перемішуванню, і рухається по каналу шнека до отворів матриці формуючого типу, вона перетворюється в щільну пов'язану пластифіковану масу - макаронний тісто. У передматричній камері преса виникає значення тиску 6 - 12 МПа, крізь матрицю через нього витискаються сирі пасма власне тіста.

Шнеки, маючи обертовий рух в площині матричних вихідних отворів, проводять відрізання від тістового русла необхідні по довжині тістові заготовки відповідно до технології, які обдуваються повітрям для підсушування.

Сирі заготовки макаронних виробів направляються в секції вібраційного підсушувача. У секції продукт проходить зверху вниз по п'яти вібруючим ситам, обдувається повітрям від вентилятора і підсушується. Потім потік підсушених тестових заготовок об'єднується в вібралотки (13) і шнековим елеватором (3) транспортуються до пристрою, який розподіляє їх рівномірним по товщині шаром по всій площі верхнього ярусу сушарки марки С-109-03 (14). Тестові заготовки, проходячи зверху вниз стрічкові конвеєри, висушуються. Залежно від асортименту і продуктивності лінії в її склад включають дві або три стрічкові конвеєрні сушарки, встановлені послідовно. У них тестові заготовки проходять попередню і остаточну сушку.

Після завершення сушіння заготовки власне нагріті елеватором (3) і рухомим конвеєром стрічкового типу (15) поступають в накопичувачі об'ємом 2 м<sup>3</sup> (16) бункера-стабілізатора. У них заготовки поступово остигають до температури приміщення цеху, в них відбувається вирівнювання вмісту вологи.

Готові вироби конвеєрною системою (17) вантажаться в машину фасувального типу марки У-03 (18) і перепаковують в тару і вигляді коробок або полімерних пакетів. У машині (19) пакети упаковують в торгову тару і

відправляють за допомогою транспортного візка (20) на склад готової продукції.

Упаковану макаронну продукцію слід зберігати на стелажах і піддонах. Приміщення повинні бути чистими, сухими, добре провітрюваних, незаражені від коморних шкідників, також захищеними від наявності опадів атмосферного типу, з відносною вологістю наявного повітря не більше як 70% і температурою, яка не перевищує 30°C. Термін можливого зберігання виробів макаронного типу: яєчних - 12 місяців, без добавок - 24 місяці.

### **3.2. Технохімічний контроль виробництва**

Технохімічний контроль виробництва на макаронному підприємстві здійснюється виробничою лабораторією, яка підпорядковується безпосередньо головному технологу.

Головне завдання лабораторії - раціональна організація технологічного процесу, що забезпечує випуск якісних виробів при мінімальних технологічних витратах і втратах і високій організації праці.

В сучасних умовах активного проникнення на російський ринок товарів закордонних виробників, особливо актуального значення набувають чинники, що визначають конкурентоспроможність продукції, що випускається і перш за все питання підвищення її якості. Це в свою чергу вимагає поліпшення організації вхідного, виробничого і вихідного технохімічного і мікробіологічного контролю на підприємстві.

Метою технохімічного контролю є забезпечення випуску високоякісної продукції, що задовольняє вимоги діючих стандартів і технічних умов. Контроль технологічного виробництва, а також контроль якості готової продукції проводиться працівниками лабораторії відповідно до вимог інструкції з технологічного контролю.

Лабораторія виконує процес перевіряння за наступними етапами:

- 1) контроль якості вхідних компонентів;

- 2) виробничо-технологічна перевірка та виконання завдань;
- 3) контроль якості виготовлених виробів та продукції.

Сировина, напівфабрикати, підготовка сировини до виробництва і випуск готової продукції повинні відповідати санітарним нормам.

### **3.2 Розробка автоматизованої системи для виробництва макаронних виробів**

Автоматизація - один із напрямів науково-технічного процесу, застосування саморегулюючих технічних засобів, економіко-математичних методів і систем управління, які звільняють людину від участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів або інформації, істотно зменшують ступінь цієї участі або трудомісткість виконуваних операцій.

Автоматизацію виробництва прийнято ділити на три основних види: часткову, комплексну і повну. Перша означає, що частина функцій з виробництва продукту залишається у веденні людини, а частина здійснюється в автоматизованому режимі. Комплексна автоматизація виробництва характеризується управлінням виробничим процесом під керівництвом автоматизованих засобів, робочі тільки здійснюють контроль даної техніки і забезпечують безпеку і надійність роботи. Повна автоматизація надає право автоматичним засобам управління і контролю повністю взяти на себе управління виробничим процесом.

Метою роботи є автоматизація лінії по виробництву короткорізаних макаронних виробів. Бурхливий розвиток харчової промисловості вимагає створення досконалих систем управління, на будь-якому етапі виробництва,

так як це скорочує людський фактор і сприяє підвищенню продуктивності підприємства.

Впровадження подібних технологій дозволить підприємству зберегти вже вкладені і знову вкладаються в автоматизацію інвестиції протягом тривалого терміну.

Загальна функціональна схема виробництва макаронних виробів приведена на рис 3.1.



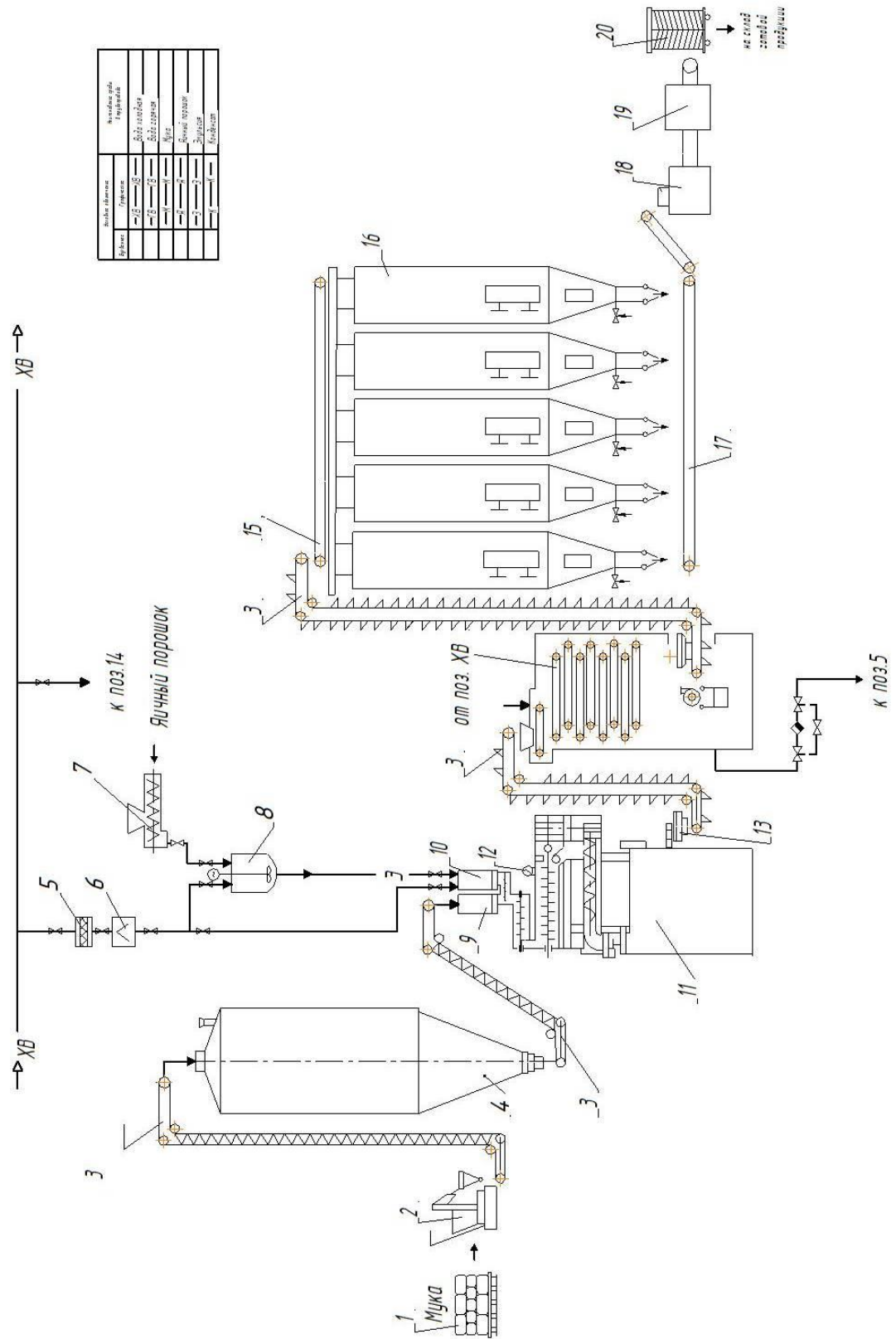


Рисунок 3.1. – Технологічна схема виробництва макаронних виробів.

Макаронний прес призначений для замішування тіста, формування та різання макаронних виробів, що забезпечує повну автоматизацію технологічного процесу виготовлення макаронної продукції. В макаронній промисловості найбільш широке застосування отримали машини, формуючі тестові заготовки методом екструзії з шнеками.

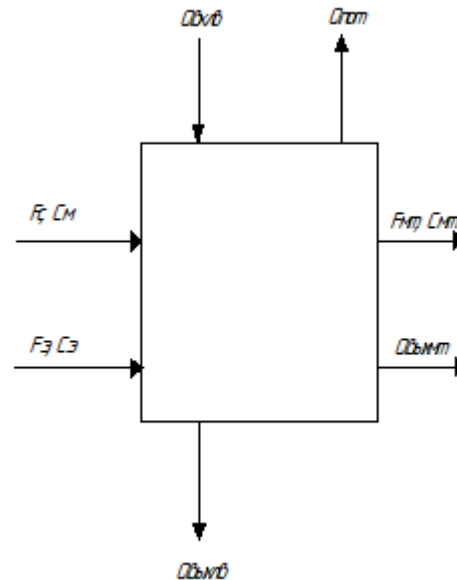


Рисунок 3.2. - Структурна схема об'єкта управління.

Залежність показника ефективності процесу пресування макаронного тіста від параметрів виконання технологічного виробництва можна отримати з рівняння матеріального балансу

$$F_{Mt} \cdot C_{Mt} = F_M \cdot C_M + F_{\text{Э}} \cdot C_{\text{Э}} \quad (3.1)$$

де  $F_{Mt}$ ,  $F_M$ ,  $F_{\text{Э}}$  - відповідно тістові витрати, борошна і емульсії, кг;

$C_{Mt}$ ,  $C_M$ ,  $C_{\text{Э}}$  - концентрація відповідно макаронного тесту, борошна і емульсії, %.

З огляду на, що витрата  $F_{Mt}$  в усталеному режимі складає суму витрат  $F_M$  і  $F_{\text{Э}}$ , і відносно концентрації перетворивши рівність, отримаємо

$$C_{Mt} = \frac{(F_M \cdot C_M - F_{\text{Э}} \cdot C_{\text{Э}})}{F_{Mt} - F_M} \quad (3.2)$$

Зі зміни власне витрат до об'єкту керування будуть надходити різного роду збурення. З метою підтримки концентрації на заданому значенні, будемо змінювати витрата борошна.

Основним показником ефективності для процесу охолодження мармеладу буде кінцева температура мармеладу. Складемо рівняння теплового балансу для охолоджуючого шафи

$$Q_{\text{MT}}^{\text{вх}} + Q_{\text{ЛВ}}^{\text{вх}} - Q_{\text{MT}}^{\text{вих}} - Q_{\text{ЛВ}}^{\text{вих}} - Q_n = k \frac{dT}{dt}, \quad (3.3)$$

де  $Q_{\text{MT}}^{\text{вх}}$ ,  $Q_{\text{ЛВ}}^{\text{вх}}$  - вхідні теплоти макаронного тесту і крижаної води,

відповідно, кДж;

$Q_{\text{MT}}^{\text{вих}}$  і  $Q_{\text{ЛВ}}^{\text{вих}}$  - вихідні теплоти макаронного тесту і крижаної води,

кДж;

$Q_n$  - втрати теплоти в навколишнє середовище, кДж.

Схема автоатизації пресу приведена на рис 3.3.

Для розробки системи автоматизації будемо використовувати контролери фірми Moore Products Company: контролер APACS + (підсистема РСУ), контролер QUADLOG (підсистема ПАЗ).

Контролер APACS + управляє роботою окремих агрегатів (30-50 контурів регулювання); технологічних ділянок (150 контурів регулювання), цехів з безперервними і періодичними процесами. Контролер QUADLOG має також кілька модулів. Стандартний аналоговий модуль (SAM) входить в сімейство модулів введення / виведення. Він призначений для підключення аналогових і дискретних сигналів.

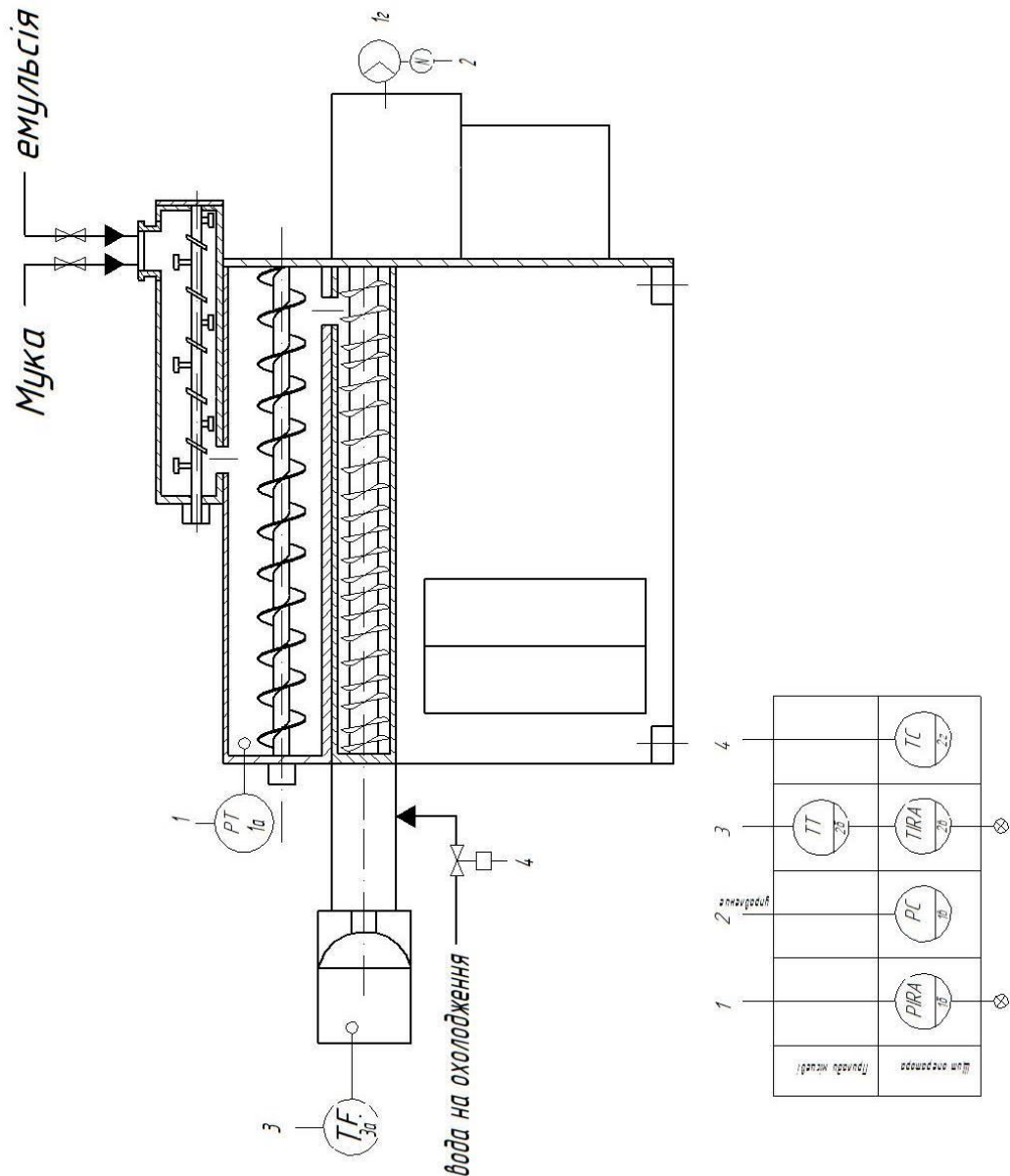


Рисунок 3.3 – Схема автоматизації макаронного екструдера.

Модуль SAM забезпечує високу пропускну здатність для стандартних сигналів введення / виводу (аналогові входні сигнали (4-20) мА, аналогові вихідні сигнали (4-20) або (0-20) мА, а також дискретні входи і виходи). До модулю SAM можна підключити до 32 каналів. Кожен канал може бути налаштований для роботи з аналоговим входом (4-20) мА, аналоговим виходом (4-20) мА або (0-20) мА, дискретним входом або дискретним виходом. Стандартний дискретний модуль (SDM) має 32 канали введення / виводу, кожен з них може бути налаштований як дискретний вхід / вихід,

дискретний імпульсний вихід. Модуль дозволяє управляти роботою електродвигуна, отсечного каналу.

Контролер QUADLOG забезпечує: підвищені характеристики безпеки, відмовостійкості та захисту виходів; високий рівень готовності системи; відмовостійкість. Система QUADLOG повністю інтегрована з системою управління технологічними процесами APACS +. Це дозволяє використовувати один операторський інтерес і засоби програмування, що усуває необхідність додаткових зусиль при установці, конфігуруванні, обслуговуванні та навчанні персоналу, а також при організації зв'язку систем управління безпекою та технологічними процесами.

Аналіз вимог технологічного режиму і умов експлуатації встановленого технологічного обладнання призводить до необхідності розглянути види автоматизації технологічного процесу (табл. 3.1)

Таблиця 3.1

Таблиця параметрів контролю і регулювання макаронного преса

Апарат і параметр	Величина параметра і розмірність	Вимірювання	Реєстрація	Регулювання	Сигналізація	Захист	Керування
Тиск	1,0 МПа	+	+	+	+	+	+
Температура	20°C	+	+	+	+	-	-

Надмірний тиск у пресі не повинно перевищувати 1,0 МПа. Для цього використовується датчик (1а), який знаходиться на самому макаронному пресі. При перевищенні тиску 1,0 МПа магнітний пускач відключає електродвигун шнека, включається світлова сигналізація.

Побудова структури об'єкта управління тиском

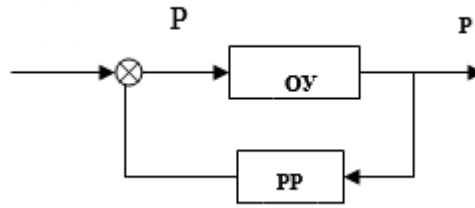


Рисунок 3.4 - Структурна схема САР тиску в макаронному пресі: Р - тиск пресування; РР - регулятор тиску.

Побудова структури об'єкта управління температурою

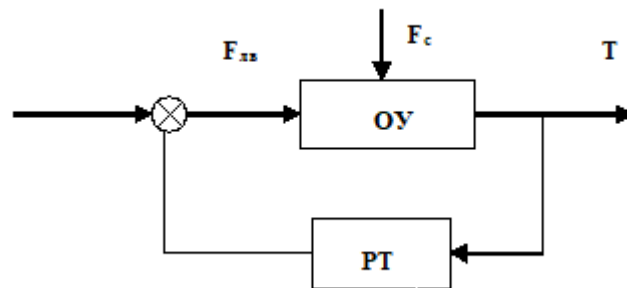


Рисунок 3.5 - Структурна схема САР температури в макаронному пресі: Т - фактична температура тесту;  $F_{нн}$  - витрата крижаної води;  $F_c$  - витрата тесту; РТ - регулятор температури.

Для успішного ведення технологічного процесу необхідно контролювати тиск і температуру макаронного тесту в макаронному пресі.

Вибір технічних засобів представлений в специфікації приладів і засобів вимірювань.

Управління параметрами датчика:

- 1) за допомогою HART-комунікатора;
- 2) віддалено за допомогою програми HART-Master, HART-модему і комп'ютера або програмних засобів АСУТП;
- 3) за допомогою клавіатури і ПКІ або за допомогою AMS.

Покращений дизайн і компактна конструкція. Поворотний електронний блок і РКІ. Висока перевантажувальна здатність. Захист від перехідних процесів. Зовнішня кнопка установки "нуля" і діапазону. Безперервна самодіагностика.

Вимірювані середовища: рідини, в т.ч. нафтопродукти; пар, газ, газові суміші.

Діапазони вимірюваних тисків:

мінімальний 0-0,025 кПа;

максимальний 0-68 МПа.

Вихідні сигнали:

4-20 мА з HART-протоколом;

0-5 мА.

Основна приведена похибка до  $\pm 0,075\%$ ; опція до  $\pm 0,2\%$ .

Діапазон температур навколишнього середовища від  $-40$  до  $85$  °С; від  $-55$  до  $85$  °С (опція).

Перенастроювання діапазонів вимірювань до 100: 1.

Висока стабільність характеристик.

Вибухозахищене виконання виду "іскробезпечне коло і" вибухонепроникна оболонка ".

Термоперетворювачі опору платинові ТСП Метран-226 (Pt100) призначені для вимірювання температури рідких, газоподібних і сипучих середовищ, які не руйнують матеріал захисної арматури.

Кількість чутливих елементів: 1 або 2.

Клас допуску: А, В.

Діапазон вимірюваних температур:  $-30 \dots 200$  °С,  $30 \dots 350$  °С (для класу допуску А);  $-50 \dots 200$  °С,  $70 \dots 500$  °С (для класу допуску В).

Ступінь захисту від впливу пилу і води: IP65.

Кліматичне виконання: У1.1, але для значень температури навколишнього повітря від  $-45$  °С до  $60$  °С; Т3, але для значень температури

навколишнього повітря від -10 ° С до 60 ° С і відносній вологості до 98% при температурі 35 ° С.

Датчик відповідає санітарно-гігієнічним вимогам харчової промисловості.

ЛАЧХ І ЛФЧХ каналів керування приведені на рис 3.6.

Функціональна схема автоматизації приведена на рис. 3.7.

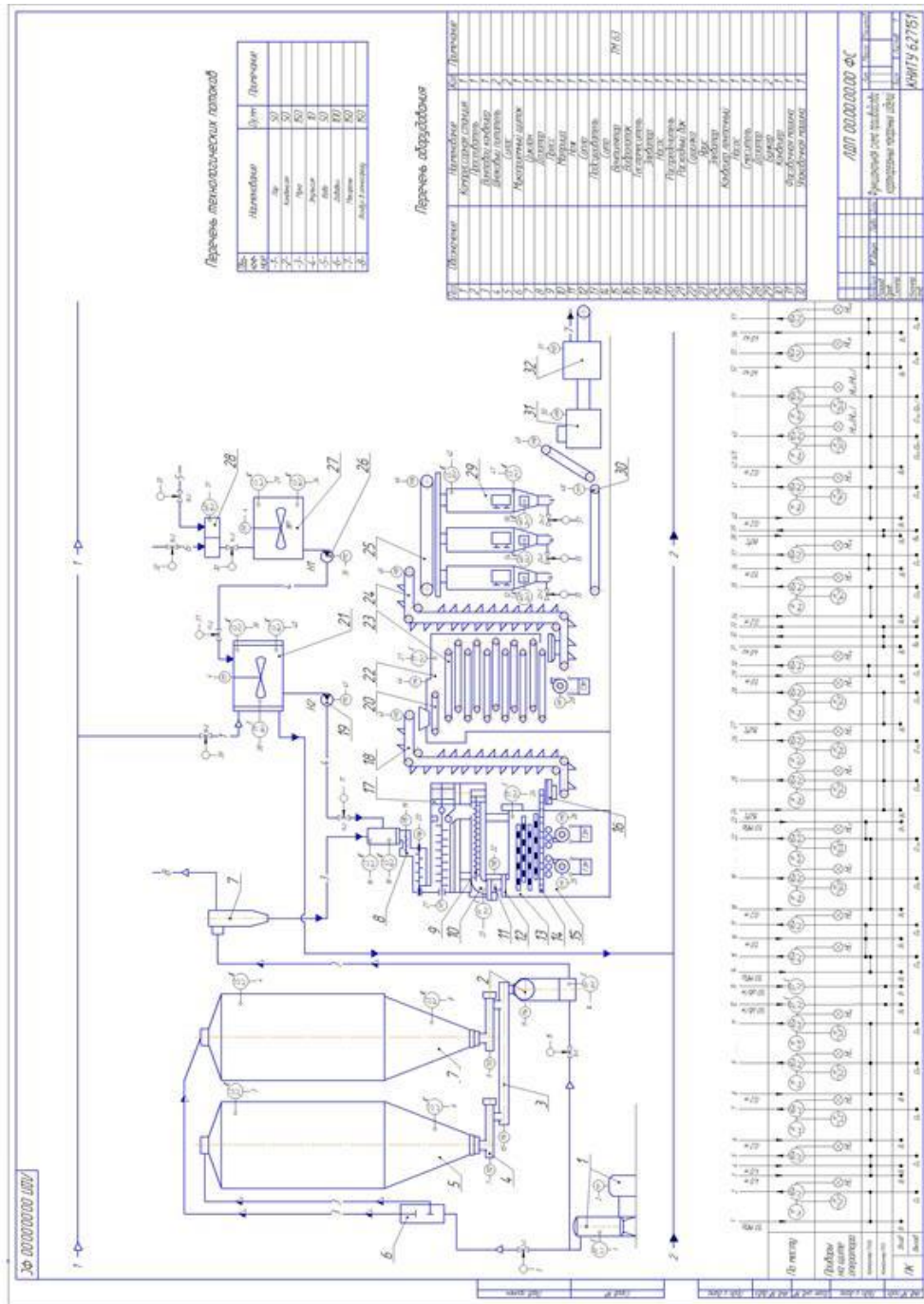


Рисунок 3.7 – Функціональна схема автоматизації виробництва макаронних виробів.



## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління**

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог, які встановлюють порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про

проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

## 4.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення. Допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електро-шліфувальні установки, тощо).

Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електро-приймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електро-приймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електро-приймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках під'єднувати корпуси електро-приймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електро-приймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений, але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електро-приймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електро-зволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно вимог, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одягу слід використовувати антистатики побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

### 7.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{зз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту:  $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$ ,

де  $k_n$  - коефіцієнт підсилення;

$\rho_n$  — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де  $t$  - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

$l, d$  - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевий полоси, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi l) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.};$$

$r_B$  - допустимий по нормам опір заземляючого пристрою,

$\eta_B$  - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо  $\eta_B = 0,66$  і  $\eta_r = 0,39$ .

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою  $R$  з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_{II} + R_{II} \eta_B) = 3,9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова  $R \leq [r_B]$ .

### Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де  $R_{33}$  – опір захисного заземлення;

$R_c$  – опір стержневих заземлювачів;

$R_n$  – опір поперечних заземлювачів.

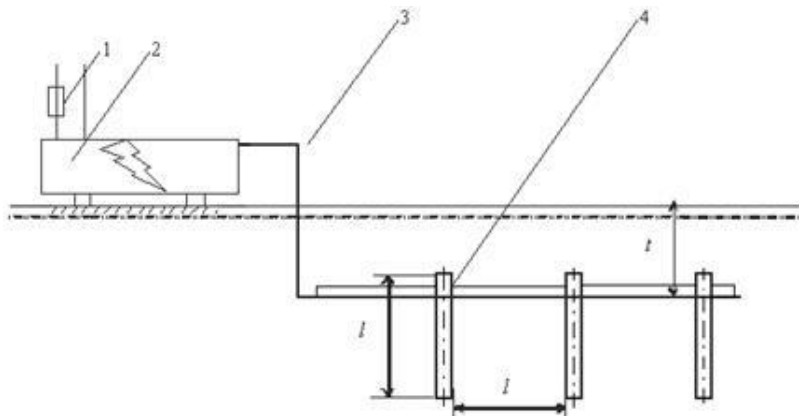


Рисунок 4.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де  $h$  – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

$l$  – довжина стержневого заземлювача 3 м;

$d$  – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{ок} = \frac{\rho_r}{2\pi} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де  $l$  – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

$b$  – ширина полоси заземлювача 30 мм;

$\rho_r$  – розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_0}$$

де  $R_d$  – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

$R_0$  – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають  $n$ , при якому  $\eta = 1$ :

<b>n</b>	<b>R<sub>n</sub></b>	<b>R<sub>c</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>η</b>
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною



## ВИСНОВКИ

Проведено аналіз сучасних технологій і техніки для виробництва макаронів і розглянуті теоретичні основи виробництва. У роботі наведені характеристики основної і додаткової сировини, готового виробу і вимоги якості до них. Детально розглянуто технологічні схеми і обрана технологія, що відповідає сучасному рівню макаронного виробництва і гарантує випуск високоякісної продукції. Це забезпечується шляхом введення додаткової кількості спеціальних добавок на стадії виробництва.

Проведено розрахунки рецептур, витрат сировини, потужності підприємства. Здійснено вибір сучасного обладнання для виробництва, на основі яких вибрано основне і допоміжне обладнання, що відповідає сучасним вимогам для виробництва макаронних виробів.

Запропоновані схеми технохімічного контролю дозволяє контролювати процес виробництва.

Для поліпшення умов праці була запропонована функціональна схема автоматизації виробничих процесів. Розроблено автоматизовану систему керування технологічним процесом для виробництва короткорізаних макаронних виробів.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров. / Н.А.Смирнова, Л.А.Надеждина. - М.: Высшая школа, 2000. – 241 с.
6. Рынок макаронных изделий. / Л.Р.Гусева. - Хлебопеченья России. – 2000. - №2.- С.13.-14.
7. Современное производство макаронных изделий/ К.П.Гранкин. - Хлебопечение России - 2006. - N5. - С. 32-33.
8. Технология пищевых производств./ Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Менькина и др., под ред. А.П. Ковальской. – М.: Колос. – 1999. – 752с.
9. Технологическое оборудование макаронных предприятий./ Буров Л.А., Медведев Г.М. – М. Пищ. промышленность, 1980. – 246 с.
10. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./ Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Гордеев А.С., Завражников А.И. – М.: КолосС . – 2007. – 571с., ил.

11. Технология и оборудование макаронного производства./ Медведев Г.М.– М.: 1984. – 280 с.
12. Процессы и аппараты пищевой технологии./ Г.Д. Кавецкий, Б.В.Васильев. – М.: Колос, 1999. – 551с.
13. Машины и аппараты пищевых производств./ Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н., Панфилов В.А., Ураков О.А. – Москва: «Высшая школа» 2001, Т.1.– 703 стр.
14. Производство сырых макаронных изделий длительного хранения./ Медведев Г.М., Васильев М.Г. - М.: ЦНИИТЭИМин. хлебопродукта СССР, 1993. – 24с.
15. Оборудование предприятий макаронной промышленности./ Чернов М.Е. - М.: ВО Агропромиздат, 2008. - 321 с.
16. Технологическое проектирование макаронных предприятий: учебное пособие./ Н.И. Вандакурова. – Кемерово-2005.-88 с.
17. Проектирование макаронных фабрик: учебное пособие для вузов./ Л.А. Буров. – М.,: Изд-во Дели, 1972, – 288 с.
18. Упаковка сыпучих продуктов. / М.Е.Чернов – М.: ДеЛи, 2000. – 245 с.
19. Обогащение витаминами продуктов питания – путь сохранения здоровья населения /. Логинова М.Я. Хлебопечение России. – 2003. - №6 - С.15.
20. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для вузов / С.А. Чернавский [и др.].- 5-е изд., перераб.- М.: Машиностроение, 2004.- 560 с.
21. Ремонт, монтаж и обслуживание пищевого оборудования. / П.Г. Котлозаогланиан – М.: ВО Агропромиздат, 1999. – 289 с.
22. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы: справочник / под. ред. Кошарского Б.Д.- Л.: Машиностроение, 2006.- 488 с.
23. Строительное проектирование химических предприятий: учеб. пособие / В. А. Макаревич. – М.: Высшая школа, 2007. – 208 с.

24. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В.А. Голубятников, В.В. Шувалов. – М.: Химия. – 352 с.
25. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / А.С. Ключев и др. – М.: Энергоиздат, 1991. – 432 с.