

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему:

**“Дослідження конструктивних параметрів фаршемішувача
для виробництва ковбасних виробів”**

Виконав: студент VI курсу, групи Маш-61

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Остап ПАНАХИД
(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н. доцент Руслан ГУМЕНЮК
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.

“28” квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Панахиду Остапу Петровичу

1. Тема роботи: «Дослідження конструктивних параметрів фаршесмішувача для виробництва ковбасних виробів»

Керівник роботи: Гуменюк Руслан Васильович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 28.04.2023 року № 133/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 15.01.2024 року

3. Вихідні дані: Літературні джерела за тематикою кваліфікаційної роботи відомих технологічних процесів виробництва та розрахунків технологічного обладнання; Матеріали навчальної, методичної довідкової та наукової літератури; Методики визначення економічної ефективності впровадження нового технологічного рішення.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Стан питання, літературно-патентний пошук;

2. Теоретичний аналіз процесу і робочих органів машин;

3. Проектування і обґрунтування основних параметрів процесу і робочих органів машини;

4. Охорона праці та захист населення;

5. Економічна ефективність роботи;

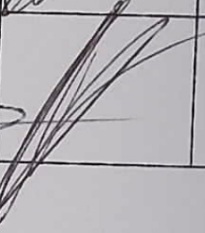
Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

Ілюстративний матеріал представити у вигляді презентації у застосунку Microsoft PowerPoint: огляд конструкції фаршезмішувачів; патентний огляд змішувачів; технічні характеристики фаршезмішувачів; кінематична схема лопатево-шнекового фаршезмішувача; залежність продуктивності лопатевого і шнекового фаршезмішувача від співвідношення діаметра та кутової частоти обертання лопатевого вала; економічна ефективність запропонованого технічного рішення.

6. Консультанти розділів роботи

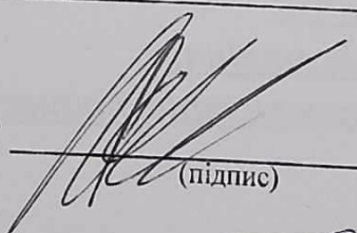
Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Гуменюк Р.В., к.т.н., доц. кафедри машинобудування	28.04.23р 		Вик.
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			всс

7. Дата видачі завдання: 28.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

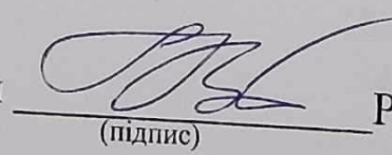
№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	Виконання розділу: «Стан питання, літературно-патентний пошук»	28.04.23- 15.06.23	Вик.
2.	Виконання другого розділу: «Теоретичний аналіз процесу і робочих органів машин»	16.06.23- 15.08.23	Вик.
3.	Виконання розділу: «Проектування і обґрунтування основних параметрів процесу і робочих органів машини»	16.08.23- 08.11.23	Вик.
4.	Виконання розділу: «Охорона праці та захист населення»	09.11.23- 11.12.23	Вик.
5.	Виконання розділу: «Економічна ефективність роботи»	12.12.23- 3.01.24	Вик.
6.	Завершення оформлення розрахунково- пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому	4.01.24- 15.01.24	Вик.

Студент


(підпис)

Остап ПАНАХИД

Керівник роботи


(підпис)

Руслан ГУМЕНЮК

УДК 637.523.31

Дослідження конструктивних параметрів фаршезмішувача для виробництва ковбасних виробів.

Панахид О.П. Кваліфікаційна робота. Кафедра машинобудування. - Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024р.
73 текст. част., 16 рис, 3 таблиці, 21 джерел інформації.

Детально проаналізовано фаршезмішувачі для ефективного перетворення інгредієнтів фаршу в однорідну суміш. Метою цього аналізу є визначення та оцінка таких параметрів як: якість змішування, швидкість приготування фаршу, споживання енергії тощо. Для цього була створена практична таблиця, в якій порівнюються міксери з різними типами робочих механізмів.

При аналізі змішувачів за різними показниками виявилось, що найбільш ефективними є змішувачі з поєднаним лопатевим і шнековим робочими механізмами. Крім того, індикатори, які недостатньо ефективні в одному типі змішувача, ідеальні в іншому типі змішувача.

На цій основі розроблено та продемонстровано комбінований фаршезмішувач з лопатевим та шнековим робочим органом.

Розроблені заходи забезпечення охорони праці та захисту населення. Проведено розрахунок економічної ефективності запропонованого технічного рішення.

Зміст

УДК

Вступ

1.	Стан питання, літературно-патентний пошук.....	9
1.1.	Характеристика процесу зішування.....	9
1.2.	Огляд конструкцій серійних машин.....	11
1.3	Патентний огляд.....	20
2.	Теоретичний аналіз процесу і робочих органів машин.....	31
2.1.	Особливості конструкції змішувача.....	31
2.2	Класифікація робочих органів змішувачів.....	34
2.3	Теорія розрахунку робочих органів.....	36
3	Проектування і обґрунтування основних параметрів процесу і робочих органів машини.....	46
3.1	Розробка теорії лопатево – шнекового фаршезмішувача	46
3.2	Обґрунтування зв'язків між складовими параметрами фаршезмішувача.....	47
3.3	Моделювання технологічних процесів.....	48
4.	Охорона праці та захист населення.....	53
5.	Економічна ефективність роботи	66
5.1	Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції.....	66
5.2	Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень.....	69
	Висновки та пропозиції.....	71
	Бібліографічний список.....	72

ВСТУП

Харчова промисловість України є однією з провідних галузей народногосподарського комплексу. За загальною вартістю продукції вона посідає друге місце після машинобудування та металообробки, за чисельністю працюючих — третє, за вартістю основних виробничих фондів - п'яте. Харчова промисловість об'єднує 22 професійні галузі, у тому числі понад 40 основних. Загалом наразі комплекс виробляє в Україні понад 10 тис. найменувань продукції.

Однією з характерних харчової промисловості є висока матеріаломісткість виробництва, тому в структурі собівартості продуктів харчування витрати на сировину і матеріали займають 85-90%.

У процесі розвитку лише раціонально використовуючи сировину та матеріали та впроваджуючи матеріалозберігаюче обладнання та технології, ми можемо максимізувати економічні вигоди. Основним важелем інтенсифікації народного господарства сьогодні є стрімке прискорення науково-технічного прогресу, широке впровадження техніки нового покоління і нових технологій забезпечує високу продуктивність і ефективність виробництва.

З урахуванням поставлених завдань виробничо-технологічна база харчової промисловості потребує не лише розширення, а й повної реконструкції. Більшість обладнання, що зараз працює, це старі машини та обладнання, які не відповідають сучасним вимогам. Низький рівень механізації та автоматизації призводить до зниження продуктивності праці. За цим показником вітчизняна харчова промисловість значно відстає від економічно розвинених країн світу.

Однією з основних причин такого відставання є низька концентрація виробництва. Нині в Україні працює понад 16 тис. підприємств харчової промисловості. Особливо в борошномельній, зерновій, м'ясній, плодоовочевій, олійній та інших галузях промисловості. Тому проблема підвищення концентрації виробництва в харчовій промисловості є однією з

головних у вирішенні практично всіх завдань прискорення технічного прогресу. Лише у великомасштабному виробництві воно може бути рентабельним за рахунок поєднання процесів, що забезпечують переробку відходів і комплексну утилізацію сировини, зниження сезонності виробництва, впровадження безвідходної технології, захист навколишнього середовища.

Основою технологічної трансформації харчової промисловості є вітчизняне харчове машинобудування. Особливо важливим завданням є серійне виробництво обладнання нового покоління, яке експоненціально підвищить продуктивність праці та відкриє шлях до автоматизації всіх етапів технічних процесів. Харчова промисловість нещодавно виникла як спеціалізована підгалузь машинобудування. Харчове машинобудування є відносно молодого промисловою підгалуззю, її розвиток почався в 1960-х роках.

Основна політика роботи галузі полягає в переході від забезпечення одномашинного виробництва до розробки і виробництва повних комплектів машин, агрегатів і потокових ліній, комплексного вирішення проблеми використання сільськогосподарської сировини, зниження собівартості сільськогосподарської продукції в сільськогосподарське виробництво. Втрати при переробці, зберіганні та доставці продукції споживачам.

Сьогодні втручання технологій докорінно змінює характер продовольчих проблем. Переробка вторинної сировини – це лише один із шляхів вирішення продовольчої проблеми. Другий спосіб – штучне виробництво їжі.

Технологічний прогрес харчового машинобудування спрямований також на перехід до розвитку комплексно-механізованих і автоматизованих підприємств, оснащених обладнанням великої одиничної потужності та програмним керуванням. Це забезпечить підвищення продуктивності праці в 3-4 рази порівняно з нинішнім рівнем.

Сьогодні конструктори повинні рухатися вперед невідомими шляхами і не можуть бути задоволені тими каналами, які досліджують інші. При цьому конструкція розробленого обладнання повинна бути в основному

орієнтована на використання абсолютно нових методів обробки заготовок: ультразвукових і електромагнітних полів, струмів високої частоти, високих напруг і розрідження, інфрачервоного випромінювання та ін.

Міжнародний обмін став реальним фактором науково-технічного прогресу в харчовій промисловості. Україна отримала з-за кордону близько 90 видів одиниць обладнання для харчової промисловості. У свою чергу експортує понад 50 видів техніки. Це позитивно впливає на задоволення зростаючих потреб народного господарства, підвищення рівня техніки і технології.

Мета роботи:

Підвищення якості технологічного процесу перемішування сировини для виробництва ковбасних виробів шляхом дослідження конструктивних параметрів фаршезмішувача.

Завдання роботи:

1. Вивчити сучасні тенденції модернізації та проектування фаршезмішувачів;
2. Провести теоретичний аналіз процесу перемішування сировини для виробництва ковбасних виробів;
3. Вивчити конструктивні параметри фаршезмішувача;
4. На основі проведених теоретичних досліджень провести моделювання технологічних та конструктивних параметрів фаршезмішувача;
5. Провести заходи забезпечення охорони праці та захисту населення;
6. Розрахувати економічну ефективність запропонованого технічного рішення.

1. СТАН ПИТАННЯ, ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ПОШУК

1.1 Характеристика процесу змішування

Технічні машини, що використовуються на м'ясокомбінатах для змішування фаршу та інших продуктів, називаються фаршезмішувачами. Перемішування застосовують для:

- Інтенсифікації термічних або хімічних процесів;
- Рівномірне змішування або рівномірний розподіл однієї речовини по всьому об'єму іншої речовини;
- Забезпечують продуктам певну консистенцію;
- Розриває згустки тощо.

Процес змішування триває:

- 1) За допомогою рухомого робочого механізму;
- 2) За рахунок обертання і додаткового переміщення суміші (механічне перемішування);
- 3) Використовування стисненого повітря або пари (бульбашку);
- 4) Під впливом ультразвукових хвиль.

Змішування є як самостійним процесом, так і може супроводжувати основний процес.

Суміш буває у вигляді рідини, пасти, мазі або розсипчастої форми. Конструкція змішувача і робочий механізм залежать від: виду речовин, що змішуються, призначення процесу, місткості змішувача.

Змішувач відкритий, якщо змішаний матеріал може контактувати з повітрям і аерація не відбувається. У протилежному випадку змішувач закритий і змішування відбувається під вакуумом або тиском.

Механічним перемішуванням називають перемішування в мішалці за допомогою рухомого робочого органу або за рахунок руху рухомої маси. Суміш може бути в рідкому стані, густому або сипучому, стан якого

залежить від конструкції, числа обертів робочого механізму і потужності двигуна.

Рідини мають меншу в'язкість: густа сировина має вищу в'язкість (порівняно з рідинами). Пухке тіло — це набір дрібних, твердих і однорідних частин, які не зчеплені одна з одною і не відчують розтягування. Тістоподібний об'єкт має значну адгезію та відчувається легке розтягування.

Адгезія залежить від типу об'єкта, його структури, температури, фізичних і хімічних процесів, що відбуваються в ньому. Величезний вплив на величину сили зчеплення має кількість води, при поступовому додаванні сила зчеплення спочатку збільшується, а потім зменшується. При миттєвому додаванні води адгезія спочатку різко падає, а потім знову підвищується. Підвищення тиску призводить до збільшення адгезії (стиснення порошку).

Чим більша адгезія речовини, тим більший опір перемішуванню об'єкта при переміщенні або повороті заготовки. Великий пасивний опір також вимагає більшого робочого тиску, тому змішувачі для паст і сипучих тіл будуть більшими і важчими, ніж змішувачі для рідин.

Змішування у вузькому сенсі означає процес рівномірного розподілу доданих речовин до сировини шляхом переміщення різних шарів сировини.

Ці операції виконуються досить швидко. Наприклад, при приготуванні фаршу, в використовуваній для цього машині, операція триває всього 3-4 хвилини. Процеси, пов'язані з замішуванням фаршу, віджимом і т. д., триваліші, але навіть у цих випадках інтенсивне перемішування скорочує тривалість основного процесу. Наприклад, вимішування фаршу для мортаделли в міксері зі спіральними лопатями ($n=36$ і $n-1=48$ об/хв) займає всього 20 хвилин, а в лопатевому ($n=15 - 20$ об/хв) 80 - 90 хв. Зі збільшенням числа обертів процес прискорюється, але питомі витрати енергії зростають.

Мішалки, які використовуються для механічного перемішування, оснащені горизонтальними і вертикальними лопатями, які обертаються відповідно в горизонтальній або вертикальній площині.

Залежно від форми та конструкції лопатей, лопаті змішувача доступні як прямі, кутові, спіральні, якірні, овальні або гвинтові.

Конфігурація і кількість обертів робочого органу залежать від:

- стану суміші;
- специфікації процесу змішування;
- розміру бака та лопатей.

При замішуванні тістоподібних тіл використовуються спіральні, похилі, овальні лопаті зі швидкістю 20 - 60 об/хв або кулачкові лопаті $n=15-20$ об/хв; при змішуванні сипучих і кускових матеріалів $n=15 - 45$ об/хв.

Для змішування в'язких і пастоподібних об'єктів використовують прямі лопаті та похилі лопаті з $n=30-60$ об/хв або лопаті пропелери з $n=100-400$ об/хв. Для змішування рідин використовуються прямі пропелерні ($n=50 - 200$ об/хв) або пропелерні ($n=400 - 1000$ об/хв) лопаті. При розщепленні жиру і грудок використовують похилі лопаті ($n=200 - 300$ об/хв) і пропелерні лопаті ($n=200 - 400$ об/хв) тощо. Чим менше діаметр леза, тим більше число обертів воно дає.

1.2 Огляд конструкцій серійних машин

Фаршезмішувач Л5-ФМ2-У (рис. 1.1) призначений для з'єднання фаршу з усіма інгредієнтами, передбаченими рецептурами і процесами виробництва ковбасних виробів, м'ясних шматків масою до 0,5 кг і солі та інших харчових продуктів. Фаршезмішувачі можуть успішно використовуватися на м'ясопереробних підприємствах невеликої потужності.

Фаршезмішувач Л5-ФМ2-У складається з наступних вузлів: станина, місильна ємність, шнековий привід, завантажувальний механізм, кришка, патрубок для м'яса та електрообладнання.

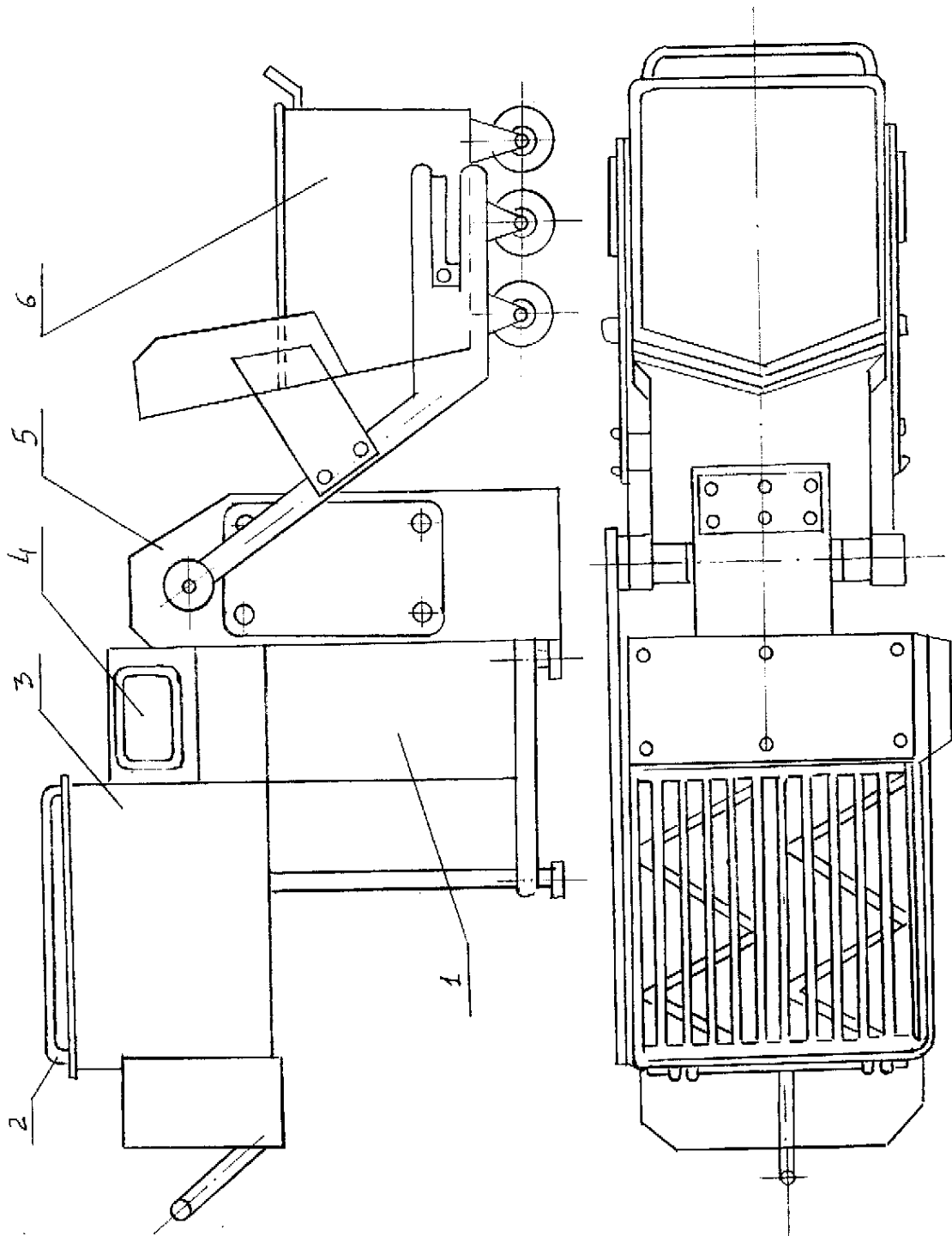


Рисунок 1.1 - Загальний вигляд фаршемішувача Л5-ФМ2-У

Станина машини 1 являє собою зварну металеву конструкцію. Кришка 2 являє собою зварну гратчасту конструкцію з нержавіючої сталі. Місильна ємність 3 виготовлена з нержавіючої сталі і має всередині два місильні шнеки. Обертання гвинта здійснюється двигуном через спеціально сконструйовану черв'ячну передачу 9. Панель управління являє собою панель з 4 кнопками управління, блок живлення і елемент захисту електрообладнання розташовані на панелі в ніші ліжка. Механізм повороту являє собою роликову систему, що приводиться в рух спеціальною черв'ячною передачею.

Принцип роботи змішувача для фаршу полягає в наступному. Коли апарат увімкнено, на панелі керування загоряється індикатор. Основні інгредієнти фаршу завантажують у візок 6, який встановлений у замку валика механізму завантаження.

Перед запуском завантажувального механізму необхідно натиснути кнопку на пульті управління, щоб підняти його в початкове положення. При натисканні кнопки блимає світловий індикатор, що свідчить про те, що кришка резервуара закрита і захист зливного отвору не знято (індикатор гасне при цьому).

Привід шнека відкривають за допомогою або одночасно з перемішуванням складових інгредієнтів фаршу. Ця ж кнопка використовується для реверсу. Сіль і спеції додаються вручну через отвори в кришці. Фарш вивантажується за допомогою шнека.

Фаршезмішувачі А1-ФЛВ /1 доступні в двох варіантах:

I. Попередньо подрібнену сировину змішати з розсолом і помістити готову продукцію в ємності для дозрівання (А1-ФЛВ);

II. Для змішування дрібно подрібненого м'яса з салом при виробництві структурованих ковбас і вивантаження готової продукції за допомогою похилого розвантажувального шнека (А1- ФЛВ).

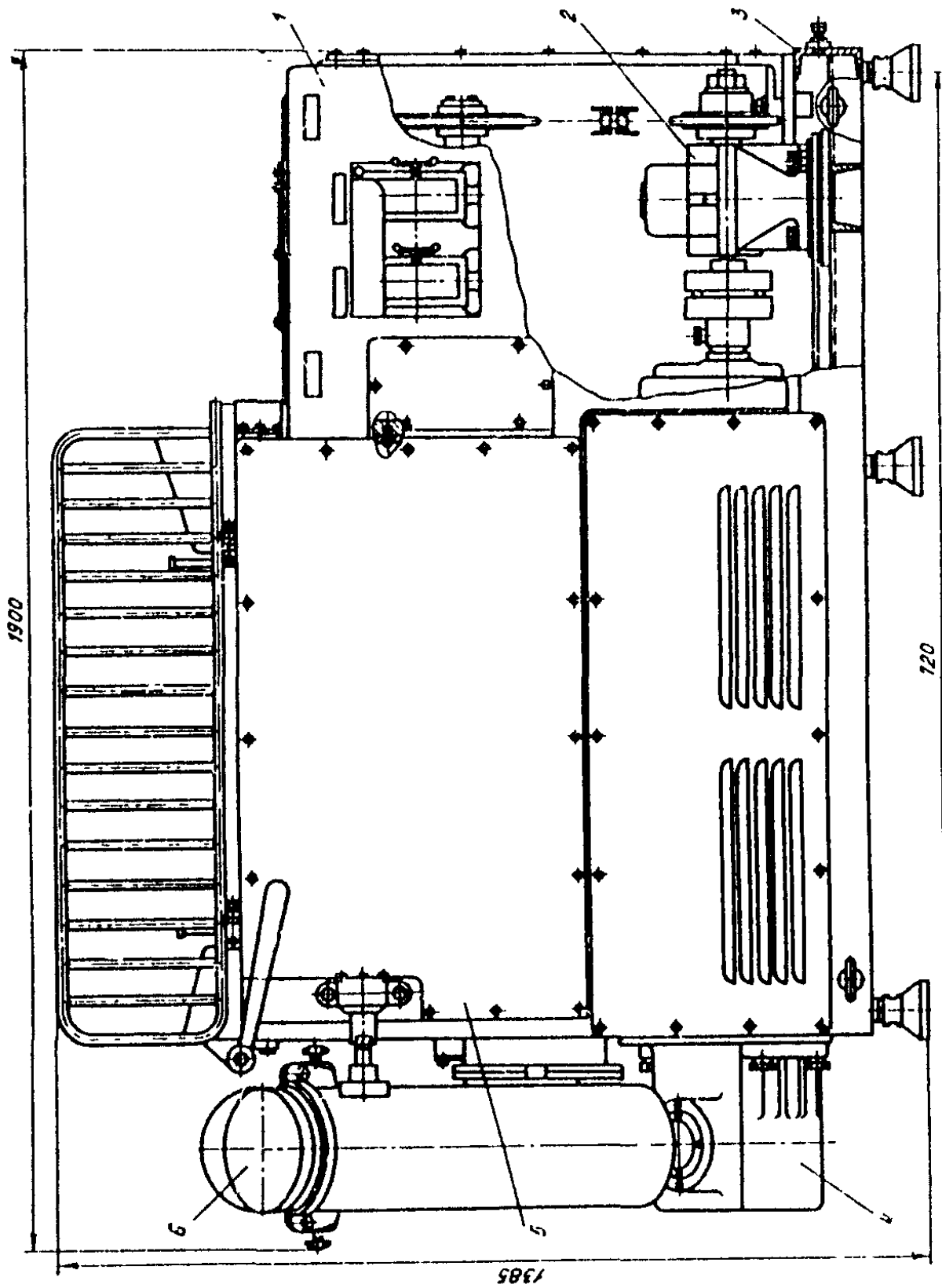


Рисунок 1.2 - Загальний вигляд фаршемішувача А1-ФЛВ/1.

Фаршезмішувач А1-ФЛВ/1 зі спіральним вивантажувачем (рисунок 1.2) складається з редуктора 1, привода 2, редуктора змішувального шнека, зварювальної рами 3, редуктора спірального вивантажувача 4, місильної ємності зі спіральним змішуванням 5, шнеків 6 трубок для фаршу.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики фаршезмішувачів

ПАРАМЕТР	Л5-ФМ2- У-335	Л5-ФМ2- У-150	А1-ФЛВ/1 (А1-ФЛВ/1)
Геометрична місткість корита, м ³	0,335	0,150	0,34
Технічна продуктивність, кг/год	3200	1100	3200
Коефіцієнт завантаження	0,6-0,8	0,6-0,8	0,6-0,8
Номінальна потужність двигунів, кВт	7,0	4,5	6,2
в тому числі:			
приводу місильних шнеків	5,5	3,0	4
приводу механізму завантаження	1,5	1,5	2,2
Споживання електроенергії, кВт/год	4,1	2,15	6,0
Габаритні розміри фаршезмішувачів з механізмом завантаження, мм:			
довжина	3200	2940	1900
ширина	965	965	1485
висота	1375	1330	1385
Маса з механізмом завантаження, кг	920	860	150
Коефіцієнт автоматизації	0,8	0,8	0,8

Місильна камера зварної конструкції з нержавіючої сталі прикручена до кінця станини. Шнековий розвантажувач складається із зварного корпусу з насадкою і шнеком з нержавіючої сталі. Змішувальний шнек і шнековий розвантажувач приводяться в рух двигуном-редуктором через зірочку.

Фаршезмішувач Л5-ФМ2-М-340 (рис. 1.3) складається з наступних основних вузлів: станини, змішувальної ємності, приводу і приводного пристрою для змішування, а також поворотного приводу змішувальної ємності. Бак для змішування має термокожух, який забезпечує нагрів продукту під час процесу змішування. У середині резервуара розташований виконавчий механізм у вигляді двох Z-подібних спіральних лопатей, що обертаються з різною швидкістю (67 хвилин і 57 хвилин). Ємність закривається кришкою. На нижній частині термосорочки є два сполучні аксесуари гаряча вода або пара. Привід виконавчого механізму складається з електродвигуна 1, пристрою клинопасової передачі та двох пар циліндричних шестерень. Привідний пристрій поворотного жолоба складається з двигуна 9, черв'ячного редуктора (I=39) і черв'ячної пари (I=69). Черв'ячний сектор жорстко з'єднаний з правою стороною змішувача через підшипник змішувача гвинтами.

Принцип роботи змішувача для фаршу полягає в наступному. Продукт поміщають в ємність для змішування і закривають ємність кришкою. Двигун 1 приводить в обертання Z-подібне спіральний шнек через клинопасову передачу та циліндричний вал. Тривалість перемішування залежить від консистенції фаршу. Готовий фарш перевертають і вивантажують через корито. У процесі вивантаження м'яса виконавчий механізм (шнек) обертається. Після завершення розвантаження шнек зупиняється, а двигун 9 запускається в зворотному напрямку, в результаті чого жолоб повертається в попереднє положення. Кінцевий вимикач, розташований у верхній правій частині щілини, забезпечує фіксацію гвинта. При відкритті кришки кінцевий вимикач закриває гвинт.

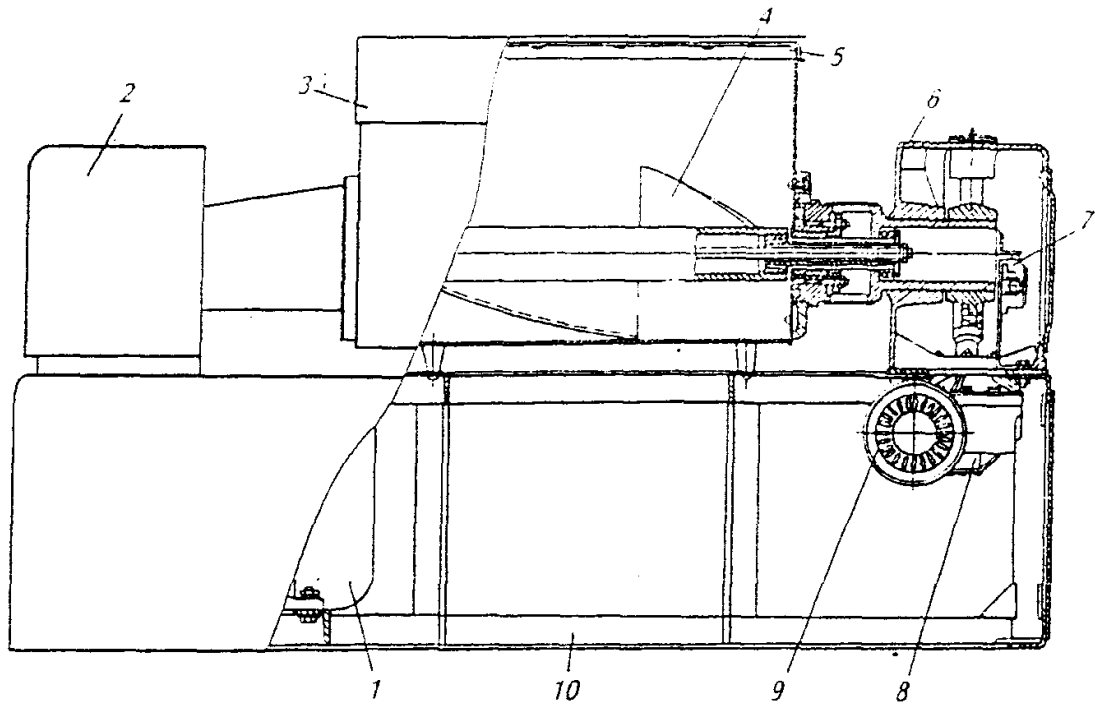


Рисунок 1.3 - Фаршезмішувач Л5-ФМ2-М-340.

1-електродвигун обертання гвинтів; 2-привід гвинтів; 3-корито; 4-гвинт місильний; 5-кришка; 6-привід перекидача; 7-підшипник; 8-редуктор перекидача корита; 9-електродвигун приводу перекидача; 10-станина; 11,13-гвинти.

Змішувач періодичної дії із змінною місткістю (рис. 1.4.) складається з двох частин: стаціонарної та мобільної. Нерухома частина змішувача складається з плоскої плити, порожнистої рами і лопатевого змішувача. У верхній частині рами розташований черв'ячний вал 9, який обертається в двох підшипниках. Черв'ячний вал 9 обертає черв'ячну передачу 8, яка жорстко з'єднана з валом кулачкового змішувача. Змішувач разом із черв'ячною передачею 8 може обертатися навколо центру черв'ячного вала 9, що необхідно при зміні діжі. Нижня частина забезпечена електродвигуном, який через ланцюгову передачу 10 приводить в рух черв'ячну передачу 8 і лопатевий змішувач. Крім того, електродвигун обертає черв'ячний вал 14 через ланцюгову передачу 13.

Рухома частина фаршезмішувача складається з діжі, яка кріпиться на валу черв'ячного редуктора 3. Чаша і черв'ячна передача 3 розташовані на триколісному візку. Змішувач має захисний кожух, який кріпиться до спускового важеля.

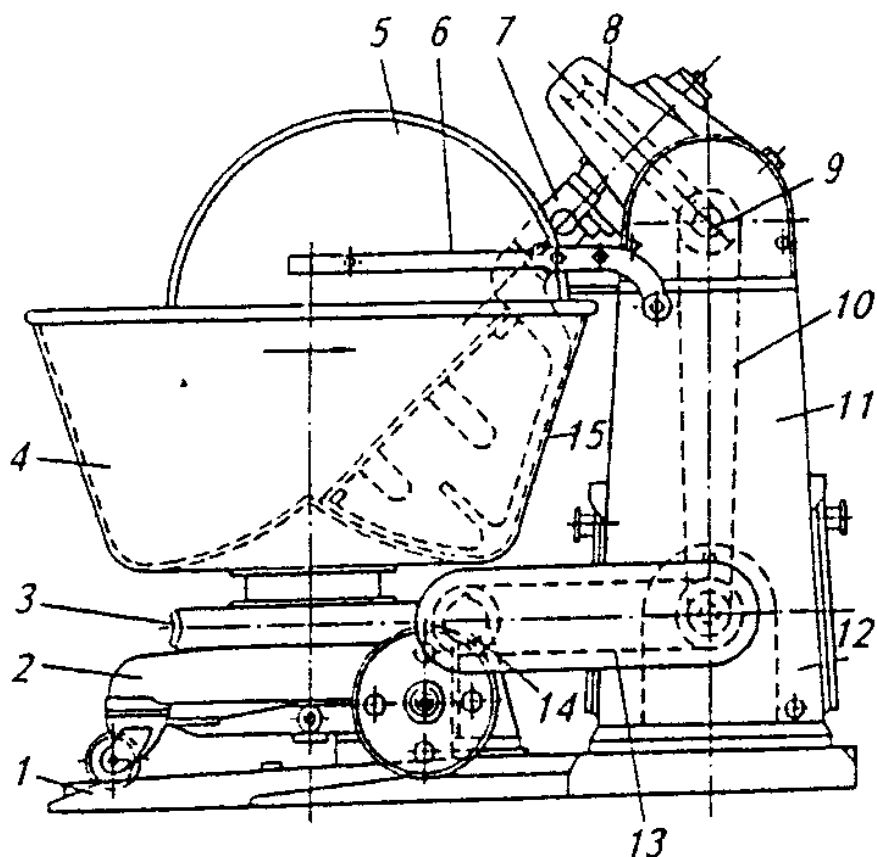


Рисунок 1.4 - Фаршезмішувач періодичної дії зі змінною місткістю.

Принцип роботи змішувача для фаршу полягає в наступному. Діжу завантажують і транспортують на візку до стаціонарної частини фаршезмішувача. Щоб правильно і точно закріпити черв'ячний вал 14 з черв'ячним колесом 3, в плиті передбачені спеціальні пази для чашового колеса і тримачі для платформи візка.

Після зачеплення черв'яка 14 з колесом 3 мішалку опускають у діжу, щиток і важіль також опускають, вмикають двигун і починають перемішування продукту. У процесі роботи барабан безперервно обертається навколо осі черв'ячного редуктора 8 для забезпечення рівномірного

перемішування продукту. Після завершення змішування увімкніть двигун, підніміть джойстик разом із захисною кришкою та відкотіть чашу на візку від нерухокої частини фаршемішалки.

М'ясорубка безперервної дії - складна частина комплексу або сукупності обладнання, призначена для виконання різноманітних технічних операцій безперервним потоком. Крім того, їх можна використовувати самостійно.

Лопатевий фаршемішувач (рис. 1.5.) складається з жолоба з валом, встановленим під кутом, на якому розміщені лопатки і відкидної кришки роторного вала. Перегородки, що перешкоджають вільному переміщенню фаршу, збільшують час, за який фарш потрапляє до робочої частини машини.

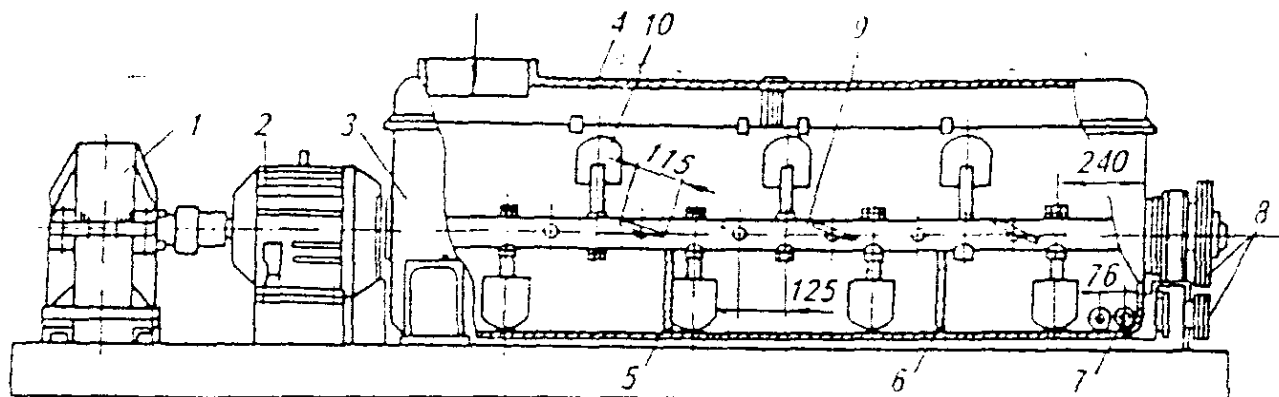


Рисунок 1.5 - Лопатевий фаршемішувач

1-редуктор; 2-електродвигун; 3-діжа; 4-кришка; 5,6-перегородки; 7-насос; 8-ланцюгова передача; 9-вал; 10-лопаті.

Шнек подає фарш у машину для подальшої обробки. Приводиться в рух валом через ланцюг і конічні шестерні. Змішувач працює від незалежного електродвигуна 4,5 кВт через редуктор.

Експериментальний змішувач (рис. 1.6.) являє собою комбінований шнековий змішувач безперервної дії збірний. У ньому шнековий конвеєр, розміщений у відкритому жолобі, виконує функцію збірного конвеєра, на який послідовно подаються змішані інгредієнти. Кінець збірного шнека є

камерою змішування. Всередині камери змішування розташовані три лопатевих мішалки, розташовані на різних осях. Третя мішалка є продовженням валу шнека.

Довжина горизонтального шнека 1, що входить в змішувальну камеру, становить 350 мм, а на решті вала шнека встановлені лопаті. Шнек встановлюється в жолоб з мінімальним зазором і без проміжного і кінцевого опору («плаваючого» типу). Лопаті розташовані під кутом 45° до поздовжньої осі і 180° одна до одної. Ланцюговий привід забезпечується синхронізацією обертання валу ножа.

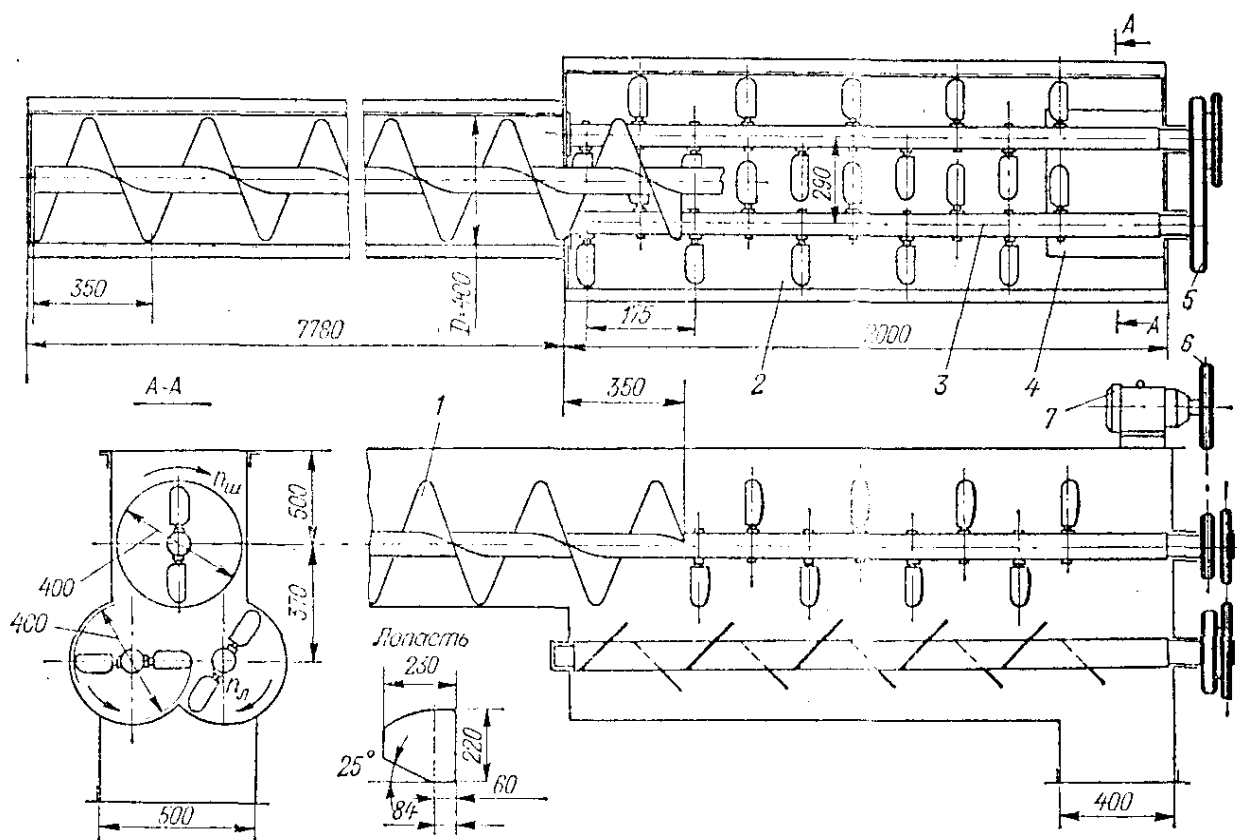


Рисунок 1.6 - Експериментальний змішувач

1.3. Патентний огляд

В даний час існують різні конструкції машин і їх гібридних вузлів. Розглянемо будову і принципи роботи деяких з них. Тому, як показано на рисунку 1.7. (А.С. № 1418761) показана конструктивна схема машини для соління та змішування фаршу. Машина складається із змішувальної камери зі

шнеком, що обертається протилежно, для перемішування фаршу, розташованого біля бічних стінок камери, і штуцера для підключення вакуумної системи та вібраційної трубки. У центральній частині змішувальної камери розташований вал, з'єднаний з вібраційною трубкою. Вал має елементи кріплення для проходу фаршу і стиснення об'єму. Кожен кінець вала з'єднаний зі стінкою змішувальної камери за допомогою пружини та мембрани. Крім того, у верхній частині змішувальної камери герметично встановлена кришка, встановлений люк для вивантаження готової продукції. Цей штуцер монтується на кришці і підключається до вакуумної лінії через колектор пульпи.

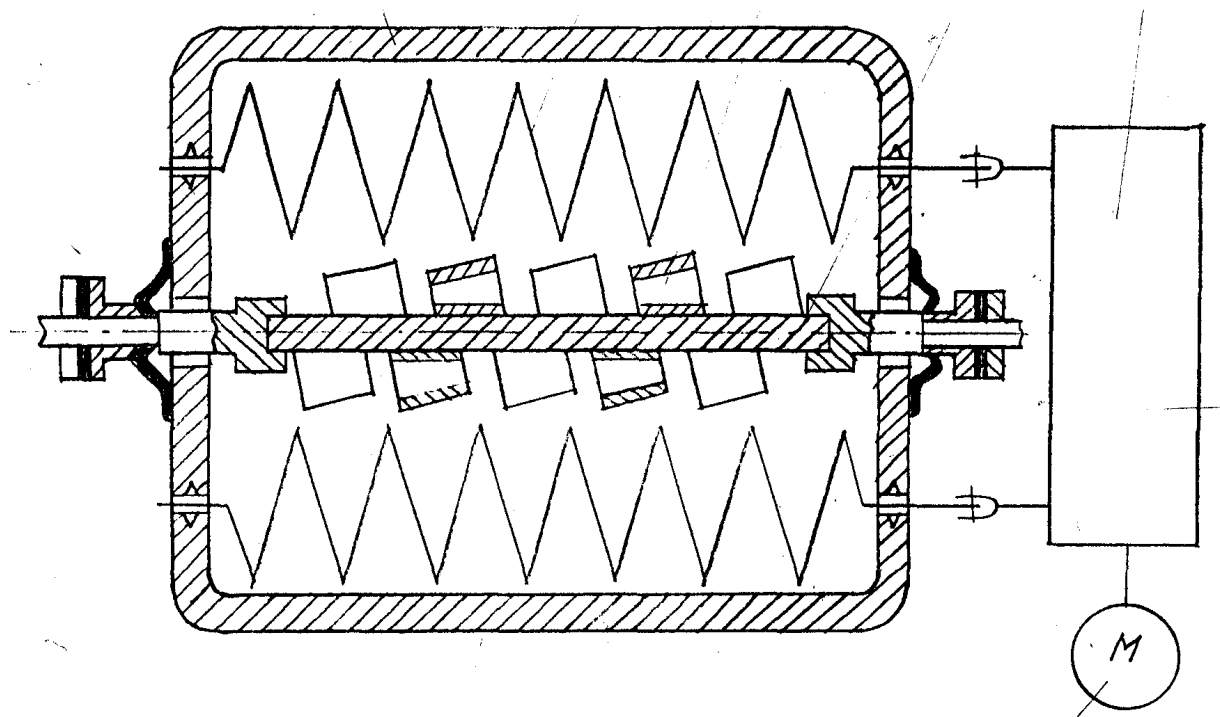


Рисунок 1.7 - Вібраційний пристрій для соління і перемішування фаршу.

Машина працює наступним чином. Після відкриття кришки в камеру змішування завантажується фарш разом з водою і необхідним маринадом. Потім закривають кришку і включають вакуумний насос. При досягненні заданого значення вакууму (0,03-0,04 МПа) вмикаються вібропривід і обертання. При досягненні заданого значення часу обробки готовий продукт вивантажується через люк і очищається змішувальна камера.

Розглянемо наступну конструкцію та принцип роботи фаршезмішувача, як показано на рис 1.8 (АС 1613092). Його конструкція дещо відрізняється від попереднього і складається з наступних компонентів: приводного пристрою, камери, розділеної перегородкою посередині, паралельного змішувального спірального шнека з лопатями, вивантажувального пристрою для подачі готової продукції та наповнювача. Друга камера має кришку з люком для контролю робочого процесу і приводом підйому і опускання кришки. Крім того, камера має торцеві стінки. Розвантажувальний пристрій розміщується на торцевій стінці.

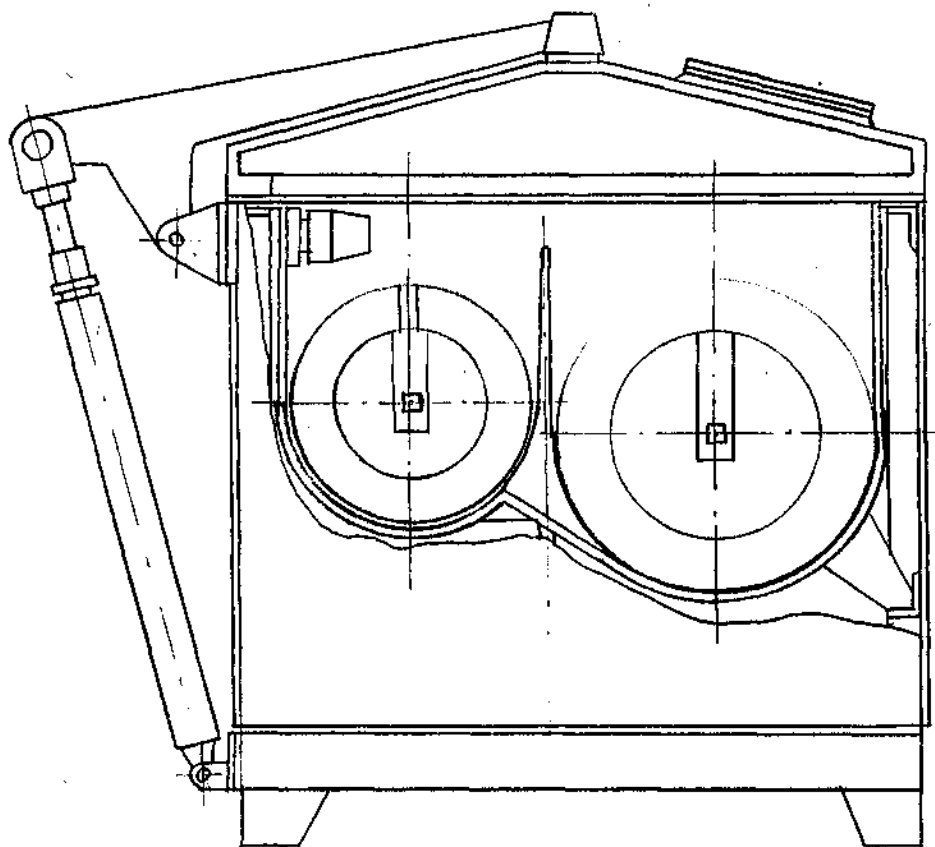


Рисунок - 1.8. Змішувач для фаршу.

Машина працює наступним чином. Продукт і інгредієнти фаршу надходять у другу камеру і перемішуються шнеком до рівномірного розподілу. Після відкриття вивантажувального пристрою вивантажують готові матеріали.

На рис. 1.9 (АС 1518352) показаний апарат для вібрації сумішей. Пристрій складається з корпусу, встановленого на станині, в якому встановлений гібридний спіральний привод і вертикального вібраційного робочого органу, з'єднаного тягами з вібраторами на амортизаторах, встановлених на окремій ізольованій від станини рамі. Робочий орган складається з двох дугоподібних пластин, які встановлені над відповідним змішувальним органом і з'єднані між собою Г-подібними робочими елементами.

Працює пристрій наступним чином. Необхідна для перемішування кількість суміші (наприклад, фаршу) завантажується при обертанні приводного гвинта, який переміщує фарш і направляє його в зону дії робочого органу по верхній і нижній поверхнях робочого органу. Суміш багаторазово циркулює, в тому числі через зазор в центральній частині корпусу робочого органу, а потім включається вібратор, який передає вібрацію на робочий орган через шток, піддаючи суміш необхідній віброобробці.

На рис. 1.10 (АС 1617318) показано обладнання для приготування фаршу, яке використовується на м'ясопереробному підприємстві. Він містить циліндричний контейнер, який відкривається в корпус, живильне сопло, випускне сопло та мішалку, що складається зі спірального гвинта. Кінець шнека встановлюється в нагнітальний патрубок. Вал шнека приводиться в рух зірочкою.

Працює пристрій наступним чином. Фарш надходить в завантажувальну насадку. Під час перемішування фаршу великий шнек і спіральний шнек обертаються в протилежних напрямках. Одночасно спіральний шнек переміщує фарш у напрямку вивантаження, а спіральний шнек – у протилежному напрямку.

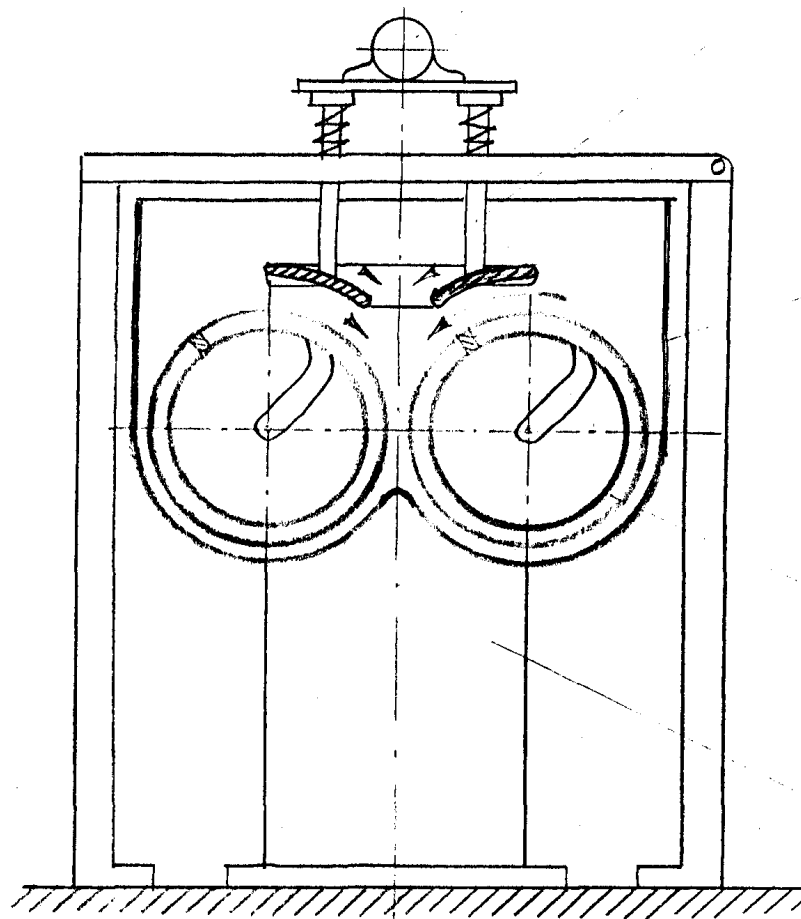


Рисунок 1.9 - Пристрій для вібраційного перемішування фаршу.

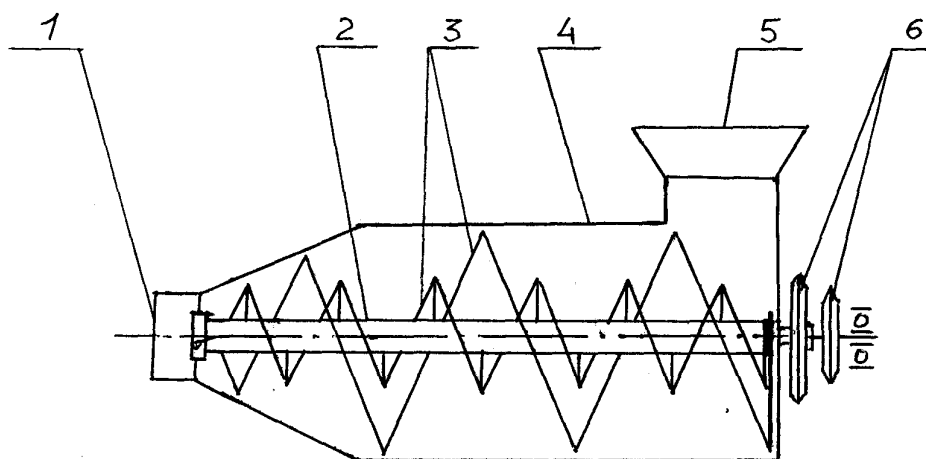


Рисунок 1.10 - Пристрій для приготування м'ясного фаршу
(А.С.1617318)

При розвантаженні спіральний шнек працює в зворотному напрямку. Під дією двох спіральних шнеків фарш переміщується в конічну частину контейнера і відправляється в транспортну трубу через нагнітальний патрубок.

Установка для приготування фаршу містить бункер 1 для м'ясних інгредієнтів фаршу, шнековий живильник 2 з розподільником 3 і насадкою 4 для подачі інгредієнтів, а також шнековий змішувач 5 для інгредієнтів, розміщений під насадкою 4. Змішувач виконаний у вигляді барабана, який має перфоровані бічні стінки 7. Барабан 6 встановлений з можливістю обертання вздовж горизонтальної осі 8. Форсунки 4 встановлені так, що їх випускні отвори 9 рознесені по колу барабана 6 і розташовані над його стінкою 7. Компоненти 10, що виходять з нього, розміщуються шарами на стінці 7. Блок містить циліндричний ролик 11, встановлений паралельно барабану 6, здатний обертатися в протилежному напрямку та утворювати зазор 12 між його стінками 7 і 13 та використовується для проштовхування компонентів через перфорацію барабана. Обертання шнекового живильника 2 здійснюється приводом 14.

Принцип роботи пристрою для приготування фаршу полягає в наступному. Завантажують м'ясні компоненти фаршу в бункер 1. Запускають спіральний змішувач 5, барабан 6 і циліндричний ролик 11 і за допомогою приводу 14 спіральний живильник 2 з розподільником 3. Шнековий живильник 2 з розподільником 3 подає інгредієнти до сопла 4. Після цього вони пошарово укладаються на перфоровану стінку 7 барабана 6. Останній обертається навколо горизонтальної осі 8. В результаті компонентний шар 10 захоплюється на барабані 6 перфорованою стінкою 7. Між стінками барабана 7 і 13 та барабаном 11 є зазор 12. Зазор 12 має поступово зменшуваний переріз, завдяки чому інгредієнти фаршу проштовхуються через отвори барабана в середину барабана, звідки вони виймаються і додатково переміщуються шнековою мішалкою 5.

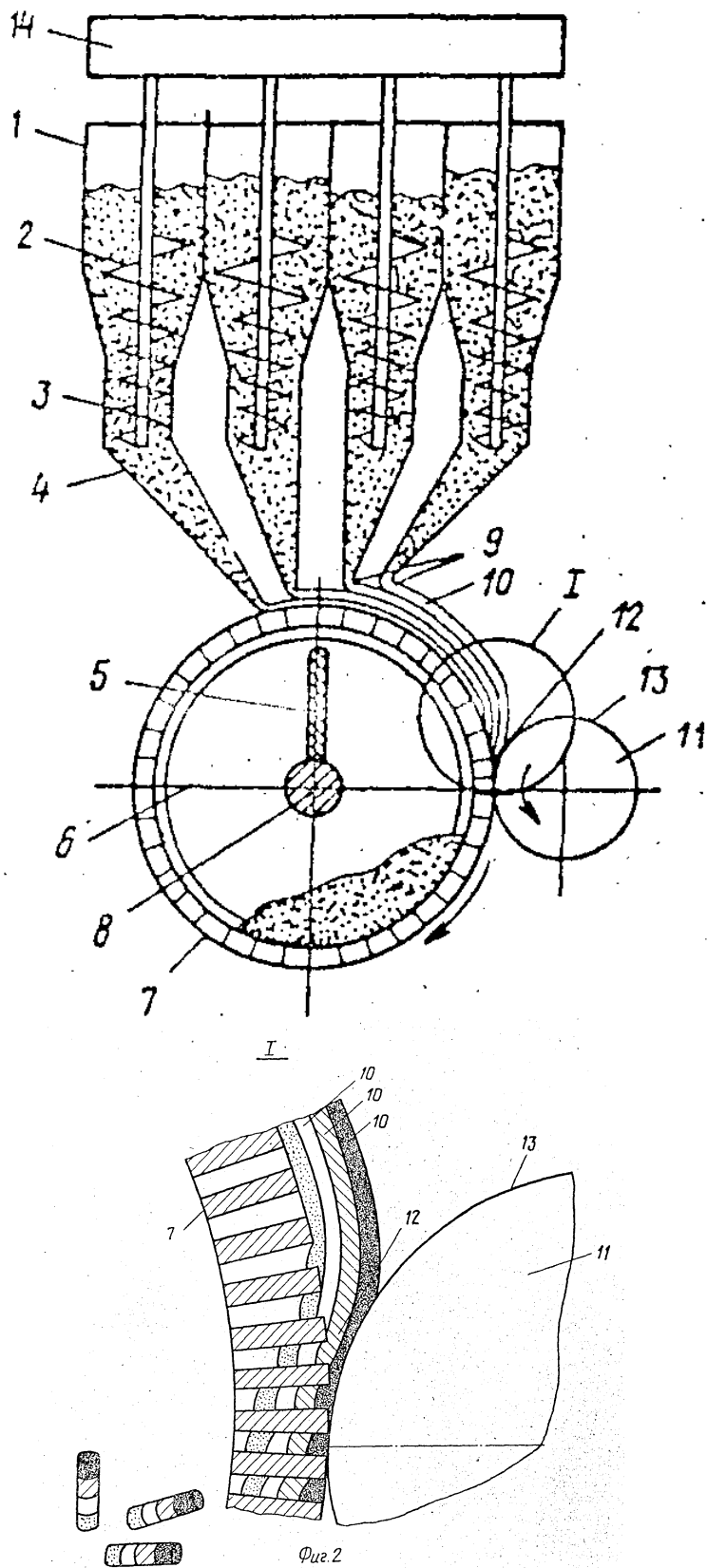


Рисунок 1.11 - Агрегат для приготування м'ясного фаршу.

Завдяки протилежному обертанню валика 11 при продавлюванні компонента 10 через отвори стінки барабана 7 тиск пресування збільшується і зберігається шарувата структура пресованого компонента, завдяки чому підвищується однорідність готового фаршевого компоненту. Розмір фаршу визначається розміром отворів стінки 7 і швидкістю обертання барабана 6 та вибирається відповідно до вимог технологічного процесу.

Використання даного пристрою для приготування фаршу дозволяє підвищити продуктивність змішування за рахунок забезпечення безперервності процесу та підвищити якість фаршу за рахунок однорідності фаршу.

Пристрій для приготування фаршу, що містить бункер для м'ясних інгредієнтів фаршу, шнековий живильник з розподільником і насадкою для подачі інгредієнтів і шнековий змішувач, розміщений під насадкою, який відрізняється тим, щоб збільшити продуктивність і підвищити якість змішування, змішувач виконаний у вигляді барабана з перфорованими бічними стінками, встановленим так, щоб він міг обертатися навколо горизонтальної осі, а насадка встановлена так, щоб її вихідні отвори були рознесені навколо окружності барабана та розміщені на його стінках. Існують різні висоти, щоб частини, що виходять з них, розміщувалися шарами на стінці, тоді як пристрій також містить циліндричний притискний ролик, встановлений паралельно роликам, який може обертатися в протилежному напрямку та створити зазор між роликами. Їх стінки служать для проштовхування компонентів через отвори барабана.

Пристрій для маринування та змішування м'яса (рис. 1.12) (А.С. 1140733) складається із змішувальної камери, встановленої на амортизаторі та оснащеної вібратором, паралельного спірального шнека, оснащеного лопатями, розміщеного серед елементів, які можуть з метою збільшення виходу готової продукції за рахунок усунення «мертвих просторів» у робочому об'ємі змішувальної камери та прискорення процесу транспортування та вивантаження продукту лопаті закріплюються нерухомо

на вертикальних шпильках, які з'єднані зі спіраллю шнека. Тісно з'єднана з валом лопатка розміщена в середній частині кожного шнека, встановлена так, щоб її площина була паралельна напрямку спіралі, а лопатки розміщені в напрямку спіралі. У зоні передачі м'яса від одного шнека до іншого кут нахилу площини більше кута спіралі, а кут нахилу лопатей продукту, розміщеного в зоні вивантаження, менше кута підйому спіралі.

Даний фаршезмішувач складається з чаші, з гвинтовим шнеком, що виконує функцію транспортування та часткового перемішування сировини, призначений для обробки «легкого» фаршу.

Недоліком агрегату є менш якісна суміш з фаршем, яка використовується для напівкопчених ковбас і виробів з яловичини.

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій для соління та змішування м'яса, який складається із змішувальної камери, встановленої на амортизаторі та оснащеної вібратором, який розміщений у змішувальній камері та може бути реверсивним. Роторний, паралельний спіральний шнек, оснащений лезами та вакуумною системою.

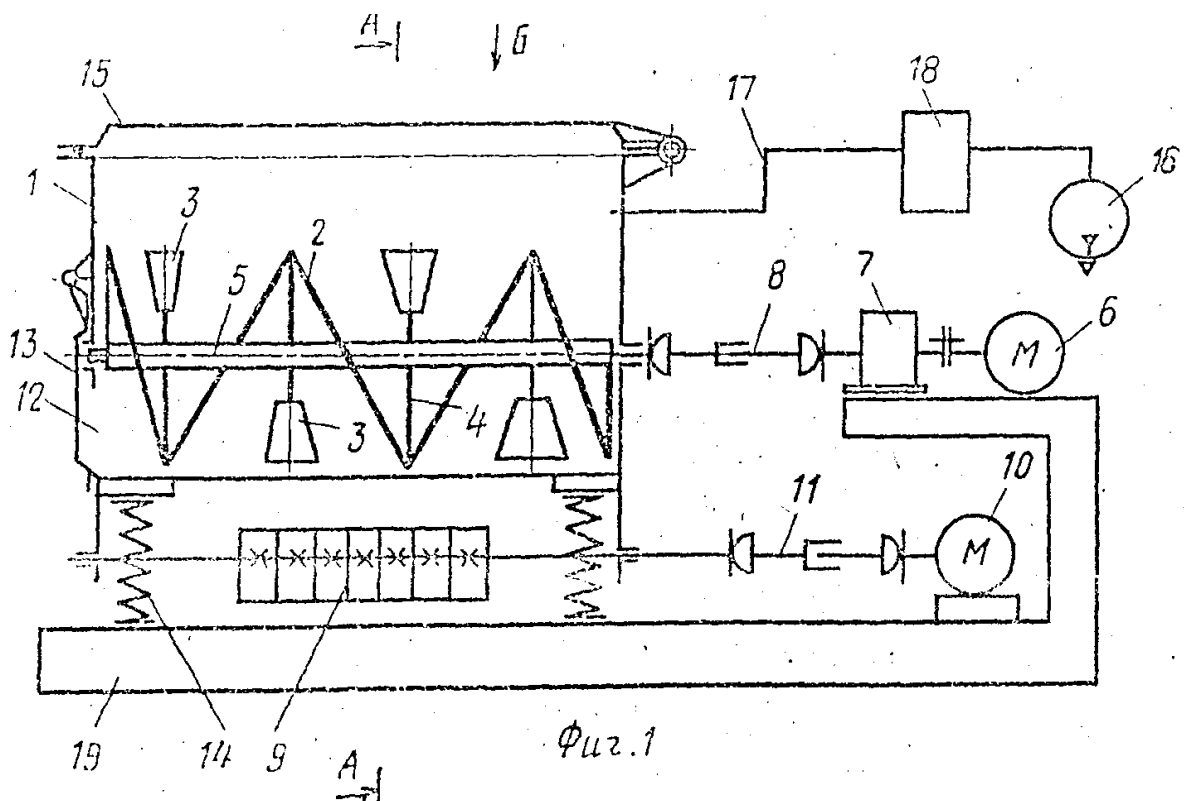


Рисунок 1.12 - Пристрій для соління і перемішування м'яса.

Однак наявність лопатей призводить до утворення «мертвих» зон у змішувальній камері, де м'ясні інгредієнти не перемішуються повністю, що збільшує тривалість технологічного циклу та ускладнює вивантаження готового продукту.

Продукт призначений для збільшення виходу готової продукції за рахунок усунення «мертвого простору» в робочому обсязі змішувальної камери та прискорення процесу транспортування та вивантаження продукту.

Ця мета досягається тим, що пристрій для сушіння і змішування м'яса складається з змішувальної камери, встановленої на амортизаторі і оснащеної вібратором, в якій розміщені паралельні пластини, оснащені спіральними шнеками, що обертаються протилежно, а також у вакуумних системах лопаті закріплені на вертикальних шпильках і щільно з'єднані зі спіраллю і валом гвинта. Плоский кут нахилу лопатей у зоні транспортування м'яса більший за кут підйому спіралі, а кут нахилу лопатей, розташованих у зоні вивантаження продукту, менший за кут підйому спіралі.

Пристрій містить змішувальну камеру 1, в якій розміщений спіральний шнек 2, а в його внутрішній зоні розташовані лопаті 3, закріплені на штифтах 4 в тісному з'єднанні зі спіраллю шнека 2 і валом 5. Гвинт 2 отримує обертання від гвинта 2. Привід 6 приводиться в рух через редуктор 7 і карданний вал 8. У нижній частині змішувача в камері 1 розташований вібратор 9, який отримує обертання від приводу 10 через карданний вал 11. У корпусі 1 є вікно 12, яке закривається кришкою 13. Камера 1 розміщена на амортизаторі 14 пружинного типу. Верхня відкрита зона корпусу 1 закрита кришкою 15. Розрідження у внутрішній зоні камери 1 створює вакуумний насос 16, який нагнітає повітря через вакуумний привід 17. Вакуумний блок 18. Всі вузли пристрою, крім вакуумного насоса 16, змонтовані на рамі 19.

Працює пристрій наступним чином. При підйомі кришки 15 і закритті кришки 13 в камеру 1 завантажують сировину, воду та інші сольові інгредієнти, потім кришку 15 закривають і включають вакуумний насос 16. При досягненні тиску в камері 1 вал урівноваженого вібратора 9 і шнек 2

приводяться в рух від приводів 10 і 6. Шнек 2 перемішує м'ясні інгредієнти по колу вздовж осі 5, обертаючись назустріч один одному. Механічні коливання передаються від вібратора 9 на весь об'єм м'ясного матеріалу від стінок камери 1, частин шнека 2, лопатей 3 і штифтів 4. Транспортування м'ясної сировини кожного шнека відбувається вздовж осі 5. Процес одночасного перемішування значно прискорюється розміщенням лопатей 3, площина яких у зоні активного перемішування і транспортування паралельна напрямку намотування гвинтової спіралі. Недоліками цих фаршесмішувачів є: процес перемішування і вивантаження відбувається досить повільно, що позначається на якості і продуктивності фаршу.

2. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ

2.1 Особливості конструкції змішувача

Конструкція змішувача залежить від цільового використання, об'єму, потужності (продуктивності) і типу продукту, який змішується.

Для змішування рідин використовуються такі типи змішувачів:

1. Змішувачі з горизонтальними лопатями використовуються для перемішування однорідних об'єктів при нагріванні або охолодженні. Радіально розташовані прямі лопаті створюють рух рідини в їх площині обертання та слабе перемішування по висоті стовпа рідини.

Для інтенсифікації процесу перемішування радіальні лопаті нахилені. Цей тип змішувача також використовується для розтоплювання жиру. Щоб уникнути перевертання всієї завантаженої сировини в перші моменти плавлення, змішувач оснащений хвильовими гальмівниками, які забезпечують більш інтенсивне перемішування і тим самим прискорюють плавлення жиру.

2. Змішувачі з вертикальними лопатями використовуються для змішування рідин з різною питомою вагою. Бак для змішування заповнюється зверху або знизу. Якщо питома вага доданої рідини більша, ніж у змішувачі, додайте її знизу. У змішувачі з вертикальними лопатями відбувається інтенсивне перемішування по всьому об'єму рідини.

3. Змішувач планетарного механізму оснащений декількома горизонтальними лопатями та 1 або 2 вертикальними лопатями (основна лопать або передня лопать). Крім цього, існують похилі лопаті або лопаті гвинта (керовані) планетарної частини. Цей тип змішувача використовується для інтенсивного перемішування рідини по всьому об'єму. Якщо ці змішувачі використовуються для охолодження жиру, до вертикальних направляючих лопаток на плоских пружинах прикріплюють дерев'яні лопаті для очищення

затверділого жиру від поверхні теплопередачі. Цей тип змішувача використовується в процесах нагріву та охолодження. Мастило стікає через пробковий клапан і зливу трубу. Висота дренажної труби від землі (900 мм) залежить від висоти ємності для прийому витопленого жиру.

4. Змішувачі з якірними лопатями застосовують для випарювання, кип'ятіння, плавлення, екстракції та ін. Форма лопатей цих змішувачів відповідає конфігурації днища, і вони призначені для безперервного перемішування осідаючої фракції та уникнення можливого спалювання або перегріву цих частинок під час процесу.

5. Змішувач із шнековими та пропелерними лопатями Пристрій для інтенсивного перемішування та вертикального перемішування рідин по всьому об'єму. Якщо згустки потрібно розбити одночасно, встановіть два пропелери замість одного, нахилених або обертових в різні боки.

6. Для рівномірного охолодження свинячого жиру і просування його вздовж осі змішувача використовують мішалку з прямими лопатями, що обертаються похило у вертикальній площині. Лопаті виконані у вигляді пластин і з'єднані з горизонтальним валом, який обертається зі швидкістю $n=200 - 350$ об/хв.

Для сипучих і пастоподібних виробів (з метою змішування або перемішування під час нагрівання) використовуються наступні типи змішувачів:

1. Змішувач безперервної дії з прямими кутовими лезами для змішування крупно нарізаного м'яса під час сушки. Змішувач оснащений одним або двома паралельними валами з лопатями, з'єднаними зварюванням або болтами, які обертаються зі швидкістю $n=40 - 60$ об/хв. Цей же тип змішувача використовується в пекарні для нагрівання печива перед пресуванням. Застосування цих змішувачів у жаровнях виправдано тим, що вони дуже ретельно перемішують матеріал, подрібнюють застрягли уламки шлаку, прості у виготовленні та експлуатації, мають малу швидкість поступального руху матеріалу.

2. Змішувачі з шнековими (тістомісильними) лопатями також можна використовувати для перемішування сипучих тіл (шматочків м'яса під час варіння).

Залежно від конструкції лопатей змішувачі бувають:

а) зі спіральними лопатями; знімні лопаті, встановлені на двох паралельних горизонтальних осях, які можуть обертатися в протилежних напрямках; в) дві еліпсоїдні лопаті, що обертаються в різних напрямках (менша лопатка обертається по формі сфери. з більшими лезами); г) з кулачковими лезами.

Залежно від типу розвантажувального пристрою змішувачі бувають:

а) з ручним поворотом ємності; б) з механізованим поворотом ковша.

У механізованому розвантажувальному змішувачі розвантажувальний пристрій може бути виконано:

- 1) з незалежним двигуном для приводу розвантажувального пристрою;
- 2) з розвантажувальним пристроєм, що приводиться в рух головним приводом через допоміжний механізм передачі;
- 3) з пневматичним або гідравлічним підйомом і механізм повороту;
- 4) Розвантаження під дією сили тяжіння при відкритті клапана на дні бака.

Залежно від умов роботи змішувачі поділяють на відкритого типу, що працюють при атмосферному тиску, і закритого типу, що працюють під вакуумом.

За положенням осі обертання барабана при розвантаженні змішувач виконаний: а) вісь обертання розташована вздовж верхнього поздовжнього краю барабана; б) вісь розташована між валами лопатей; в) вісь збігається з віссю валу лопаті, розташованого на осі розвантажувальної сторони.

Суміші — це механічні системи, крайніми станами яких є повне змішування або повний розподіл. Усі проби, взяті з повністю перемішаного шару, повинні мати однаковий склад. Однак цей стан не може бути

досягнутий механічним змішуванням, а лише частковим чергуванням двох компонентів (упорядкований стан).

2.2. Класифікація робочих органів змішувачів

Класифікація змішувачів. Залежно від конструкції механічні змішувальні пристрої поділяються на дві групи:

- До високої швидкості належать лопаті, гвинти, турбіни тощо, у яких сумарна швидкість кінців лопатей знаходиться в межах 10 м/с, співвідношення $\frac{D}{d} > 3$;
- Мало швидкісні - це анкери, рами, ремені тощо, де швидкість коліс знаходиться в межах 1 м/с, а $\frac{D}{d} < 2$.

У стандарті прописано 12 типів змішувачів:

- швидкохідні:

01 – трилопатева з кутом нахилу лопаті $\alpha = 24^{\circ}$;

02 – турбінна відкрита;

03 – гвинтова;

04 – турбінна закрита;

05 – шестилопатева, з кутом нахилу лопаті $\alpha = 45^{\circ}$;

06 – лопатева;

07 – кліткова;

- тихохідні:

08 – шнекова;

09 – рамна;

10 – якірна;

11 – стрічкова зі скребками;

12 – стрічкова.

Швидкохідні змішувачі поділяються на змішувачі з лопатями, розташованими перпендикулярно до площини обертання, і змішувачі з лопатями, які утворюють з площиною обертання постійний або змінний кут нахилу. Цей вид робочого органу використовується в обладнанні без перегородок і обладнанні різними внутрішніми пристроями.

Завдяки великій висоті пристрою робочі механізми на валу встановлені в кілька рядів. При цьому відстань по висоті між двома сусідніми лопатями не повинна бути менше їх торцевого діаметра. Мінімальна висота H при установці двох робочих органів розраховується пропорційно:

$$H_{P_{\min}} \geq 1.3D, \quad (2.1)$$

де $H_{P_{\min}}$ - рівень рідини в машині.

Робочий орган турбіни використовується для швидкого приготування суспензій, розчинення твердих фаз і диспергування нерозчинних компонентів. Конструктивно їх поділяють на відкриту і закриту форми турбін.

Пластинчасті турбінні змішувачі застосовуються для змішування рідин різної щільності та приготування емульсій. Рідина втягується в вигнуті канали між пластинами турбіни, розділяючись на неглибокі потоки, які перетинаються і розбиваються один на одного, коли виходять з турбіни.

Для промислового застосування рекомендуються пропелерні змішувачі з помітними профілями лопатей у формі пелюсток.

Низькошвидкісні змішувачі в основному використовуються для змішування високов'язких неньютонівських рідин, покращення тепло- та масообміну та гомогенізації процесів.

Якірні мішалки застосовуються для перемішування дуже в'язких рідин, особливо коли процес здійснюється шляхом нагрівання стінок посудини. Тому що відстань між зовнішнім контуром заготовки і ємністю невелика. Біля його стінок виникає значна турбулентність, що запобігає перегріву рідини та утворенню на стінках відкладень або продуктів хімічної реакції.

За формою дна розрізняють мішалки сферичні, овальні, рамні та інші.

Стрічковий змішувач. Робочим органом стрічкового змішувача є вал, на якому на однаковій відстані одна від одної закріплені циліндричні балки.

2.3. Теорія розрахунку робочих органів.

Розрахунки змішувача фаршу включають знаходження джерела живлення та потужності, необхідної для приводу, а також основних конструктивних параметрів: розмірів робочого механізму, розмірів ємності та частоти обертання.

Шнековий змішувач. Об'єм подачі будь-якого транспортуючого пристрою можна знайти за формулою:

$$Q_t = V_o F p \varphi_n, \quad (2.2)$$

де V_o - осьова швидкість руху сировини;

F - площа поперечного січення шнека машини,

p - густина фаршу,

φ_n - коефіцієнт заповнення шнека транспортуючою масою (фаршем),

(для горизонтальних шнеків $\varphi_n = 0,30-0,40$).

Для шнека неперервної дії горизонтального ця формула буде мати наступний вигляд:

$$Q_T = \pi (D^2 - d^2) s n_c p \varphi_n / 4, \quad (2.3)$$

Де D і d - діаметри вала і шнека, м;

S - крок гвинта шнека, м;

n_c - частота обертання шнека ($n_c = \omega / 2\pi$), c^{-1} .

Замінюючи n_c в вираз 2.3, одержимо:

$$Q_T = (D^2 - d^2) s \omega p \varphi_n / 8. \quad (2.4)$$

Цю подачу можна досягти, якщо ми уявимо, що маса подачі поступово рухається вздовж осі шнека, як гайка, закріплена у втулці, яка вказує на пласт і рухається під час обертання шнека.

При переміщенні зернистих або пастоподібних матеріалів осьова швидкість буде набагато нижчою за теоретичну, оскільки матеріал частково обертається разом зі шнеком. Це призводить до того, що частини потоку розшаровуються, а деякі частини відстають через те, що маса рухається з максимально можливою швидкістю. $v_{o,max} = r\omega \operatorname{tg} \alpha$, де α - кут підйому гвинтової лінії.

Мінімальна осьова швидкість визначається за такою формулою:

$$\omega_{o,min} = r\omega \sin \alpha (\cos \alpha - f \sin \alpha), \quad (2.5)$$

де f – коефіцієнт тертя.

При цьому мінімальна кількість подачі горизонтального шнека становить:

$$Q_{min} = 0,25 \pi (D^2 - d^2) \omega r_c \sin \alpha_c (\cos \alpha_c - f \sin \alpha_c) \rho \phi_H, \quad (2.6)$$

де, r_c - середній радіус шнека ($r_c = 0,35 \sqrt{D^2 - d^2}$);

α_c - середній кут обертання гвинта ($\operatorname{tg} \alpha_c = s/2\pi r_c$).

Таким чином, фактична (можлива) подача одношнекового фаршезмішувача буде лежати в межах, визначених цими значеннями Q_{max} і Q_{min} .

Обсяг подачі порційного вертикально-шнекового змішувача слід визначати шляхом розрахунку часу t циклу змішування при завантаженні однієї порції в бункер змішувача.

Визначимо єдиний час $t_{o,B}$ дії робочого органу змішувача (шнека) на матеріал:

$$t_{o,B} = V_{cm} \rho \phi_H / Q_{min}, \quad (2.7)$$

де V_{cm} - ємність змішувача, m^3 ;

Q_{min} - мінімальна подача шнека, розрахована за формулою, kg/s .

Тоді необхідний мінімальний час перемішування t_{cm} можна виразити виразом:

$$t_{cm} = t_{o.b} K_{ц}, \quad (2.8)$$

де $K_{ц}$ - швидкість циркуляції сировини до змішувача.

Підходить для вертикальних змішувачів $t_{cm} = 6 - 7$ хв, для горизонтальних $t_{cm} = 8 - 10$ хв.

Час $t_{ц}$ Повний цикл приготування порції фаршу:

$$t_{ц} = t_{cm} + t_{заван} + t_{вивант}, \quad (2.9)$$

де $t_{заван}$ і $t_{вивант}$ - відповідно час завантаження і вивантаження сировини (фаршу), с.

Змішувача пропорційної дії дорівнюватиме:

$$Q_{cm} = V_{б} \rho \varphi_n / (t_{o.b} K_{ц} + t_{заван} + t_{вивант}). \quad (2.10)$$

Необхідна потужність шнекового змішувача визначається за такою формулою:

для горизонтального:

$$N_{шг} = 0,010kQL \quad (2.11)$$

для вертикального

$$N_{шв} = 0,010QL, \quad (2.12)$$

де k – коефіцієнт опору руху заданої сировини по корпусу шнека.

Лопатевий змішувач. Об'єм подачі неприливого горизонтального лопатевого змішувача визначається за наступною формулою:

$$Q_T = D^2 s \omega \varphi_n / 8, \quad (2.13)$$

де, φ_n - коефіцієнт заповнення ємності ($\varphi_n = 0,3$).

Подача в лопатевий змішувач періодичної дії визначається так само, як і для шнекового змішувача, тобто з урахуванням тривалості повного циклу змішування. $t_{cm} = 600 - 720$ с.

Швидкість обертання лопаті визначається виходячи з того, що відцентрова сила $\omega^2 R_{л}$, що діє на компонент, не повинна перевищувати

сили тяжіння компонента, інакше він впаде з лопаті і вийде з активного процесу перемішування.

При $m\omega^2 R_{\text{л}} \leq mg$ критична кутова швидкість лопатевого змішувача, тобто максимально допустима кутова швидкість, буде визначатися за формулою:

$$\omega_{\text{кр}} = \sqrt{g/R_{\text{л}}}, \quad (2.14)$$

де $R_{\text{л}}$ - найбільший радіус обертання лопатей, м.

Потужність N , що використовується для приводу лопатевого змішувача в роботі, визначається з урахуванням сили, що діє на лопаті.

Розглянемо схему сил, що діють у площині, перпендикулярній до осі вала змішувача при навантаженні лопатей фаршем.

На лопать діє результуюча сила R усіх сил опору (під кутом тертя від нормалі N). Щоб подолати цей сумарний ефект, потрібно прикласти силу, що дорівнює R , з боку леза, але в протилежному напрямку від сили P .

Ми розподіляємо нормальну складову P цієї сили в напрямку окружної швидкості та осьової швидкості, тому матимемо силу P , яка обертає частини, і силу P , яка переміщує ці частини в осьовому напрямку. При цьому $P_p^2 = P_n \cos \alpha$ і $P_o^n = P_n \sin \alpha$, де α - Кут нахилу лопаті відносно осі обертання вала перемішувача.

Крім того, під нормальною складовою сумісної сили R в площині руху компонента вздовж лопаті утворюється сила тертя $F = fP$, яка спрямована в бік відносного руху компонента вздовж лопаті.

Розкладемо силу тертя F на окружну та осьову складові:

$$F'_{\text{TP.P}} = F_{\text{TP}} \sin \alpha = fP_n \sin \alpha \text{ і } F'_{\text{TP.O}} = F_{\text{TP}} \cos \alpha = fP_n \cos \alpha. \quad (2.15)$$

Додаючи вектори, отримані вздовж напрямків, отримуємо такі значення: Кругова сила $P_p = P_p' + F'_{\text{TP.P}} = P_n (\cos \alpha + f \sin \alpha)$ (2.16); осьового зусилля:

$$P_o = P_o' - F'_{\text{TP.O}} = P_n (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (2.16)$$

Під час руху лопаті, коли вона опускається в фарш, опір уздовж лопаті розподіляється за законом трикутника (рис. 2.1.b), а точка дії еквівалента R знаходиться в центрі ваги лопаті, або відстань r від осі обертання дорівнює довжині дві третини лопаті.

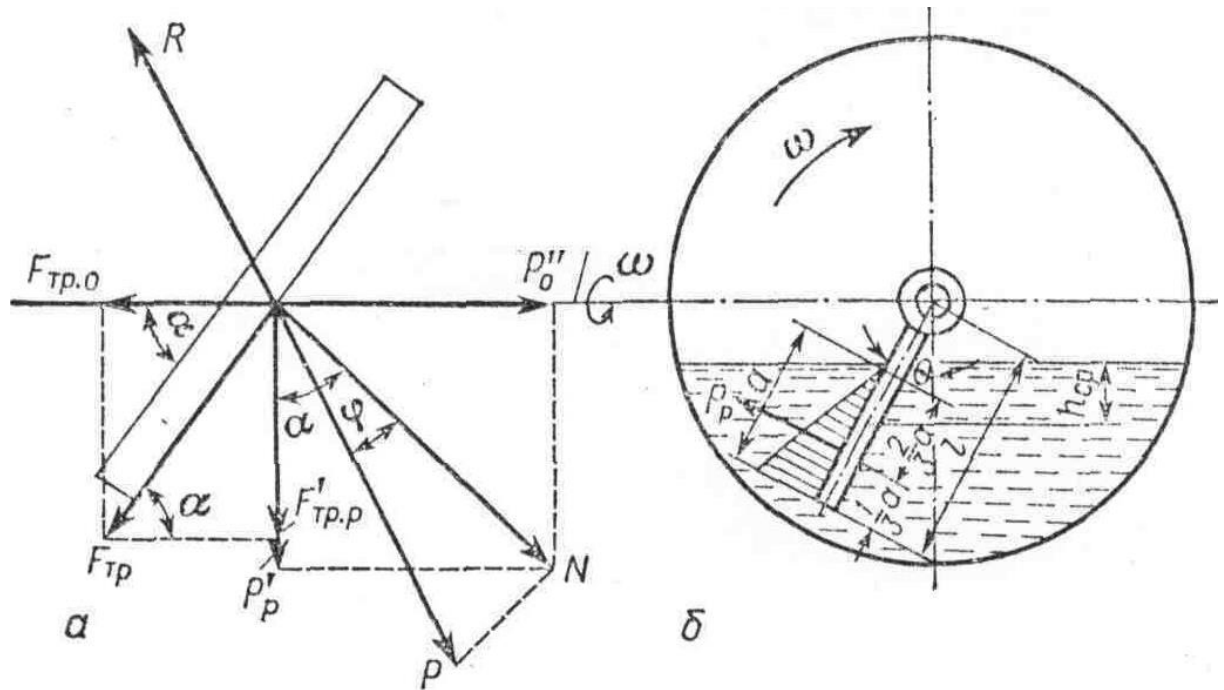


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема лопатевого змішувача:

а - діючі сили; б - конструктивні параметри.

Коли ємність не повністю заповнена і коли лезо обертається, глибина, на яку вона зменшується, є змінною величиною. З урахуванням нормальної складової P сила опору визначається за такою формулою:

$$P_n = 9,81 \rho h_{cp} F_{лг} \text{tg} [45 + (\varphi/2)], \quad (2.17)$$

де, h_{cp} - середня глибина, що дорівнює половині максимальної глибини занурення лопаті, м;

$F_{л}$ - проекція площі лопаті, зануреного в фарш, уздовж напрямку обертання, м^2 ;

φ - кут внутрішнього тертя, град.

Лопаті, розташовані під кутом у змішувачі, діють як шнек, подаючи кругову (обертову) суміш у фарш v_p і осьову v_o швидкості.

Потужність N_L (кВт), необхідна для приводу лопатевого змішувача, визначається за наступною формулою:

$$N_L = (P_p v_p + P_o v_o) z_n / 1000, \quad (2.18)$$

де z_n - кількість лопатей, занурених одночасно в фарш.

Значення окружної швидкості розраховується за такою формулою:

$$v_p = \omega r_{cp}, \quad (2.19)$$

де r_{cp} - середній радіус, або відстань від осі обертання до точки дії еквівалентного опору, м.

Осьові швидкості рівні:

$$v_o = v_p \cos \alpha \sin \alpha, \quad (2.20)$$

де, α - кут нахилу лопаті відносно осі обертання валу фаршезмішувача.

При проектуванні лопатевого фаршезмішувача безперервної дії рекомендується розраховувати основні параметри на основі теорії подібності.

Отже, якщо у вас є хороша конструкція фаршезмішувача, як модель, ви можете розрахувати її за формулою, запропонованою Ф. Г. Стукаленом,

$$D_{II} = D_M \sqrt[1.4]{Q_{II} / Q_M}; \quad (2.21)$$

$$\omega_{II} = \omega_M \sqrt{D_M / D_{II}}; \quad (2.22)$$

$$N_{II} = N_M \omega_{II} D_{II}^{2.82} / (\omega_M D_M^{2.82}), \quad (2.23)$$

де D_{II} і D_M - діаметр, відповідно розроблений змішувач і модель;

ω - кутова швидкість вала;

N – потужність.

Формула для визначення критерію потужності K для фаршезмішувачів різних конструкцій має такий вигляд:

дволопатевиий фаршезмішувач $Re_6=10^4, 10^7$:

$$K_N = 2.21 Re_6^{0.86} \left(\frac{D}{d} \right)^{1.1} \left(\frac{h}{d} \right)^{0.3} \left(\frac{H_p}{d} \right)^{0.6}, \quad (2.24)$$

де, d – діаметр робочого органу фаршезмішувача, м;

h – висота лопаті, м;

H_p - висота сировини в посудині фаршезмішувача, м;

D – діаметр посудини, м.

Фаршезмішувач чотирилопатевий з кутом нахилу лопатей 45° при $Re_\epsilon > 4 \cdot 10^4$:

У посудині без перегородок:

- при русі рідини в нижню частину посудини:

$$K_N = 1.09 Re_\epsilon^{0.91} \left(\frac{D}{d} \right)^{0.31}, \quad (2.25)$$

- при радіусі рідини з низу догори посудини:

$$K_N = 1.58 Re_\epsilon^{0.88} \left(\frac{D}{d} \right)^{0.26} \quad (2.26)$$

В посудині з перегородками:

- при русі вниз:

$$K_N = 0.541 Re_B \left(\frac{D}{d} \right)^{0.55} \quad (2.27)$$

- при русі рідини вгору:

$$K_N = 0.79 Re_B \left(\frac{D}{d} \right)^{0.5} \quad (2.28)$$

Змішувач чотирилопатевий з вертикальними лопатями $Re_\epsilon > 4 \cdot 10^4$;

- в посудині без перегородок $K_N = 11.1 Re_\epsilon^{0.77}$; (2.29)

- в посудині з перегородками $K_N = 5.55 Re_\epsilon^{0.9}$ (2.30)

Змішувач якірний і рамний при $Re_B = 10^2, 3 \cdot 10^5$

$$K_N = C Re_\epsilon^{0.77} \left(\frac{h}{d} \right) \quad (2.31)$$

де $C=7,90$ – для фаршезмішувача без горизонтальних лопатей;

$C=10,30$ – для фаршезмішувача з однією горизонтальною лопаттю;

$C=12,00$ – для фаршезмішувача з двома горизонтальними лопатями.

Фаршезмішувач пропелерний трилопатевий.

У посудині без перегородок при $Re_b = 10^2, 10^4$:

$$K_N = 0.56 Re_\epsilon^{0.81} \left(\frac{D}{d} \right)^{0.98} \quad (2.32)$$

$$\text{при } Re_b > 10^4 - K_N = 0.146 Re_\epsilon^{0.96} Fr_\epsilon^b \left(\frac{t}{d} \right)^{1.22} \left(\frac{D}{d} \right)^{0.91} \quad (2.33)$$

де t – крок гвинта

$$b = \frac{x - tg Re_\epsilon}{18} \quad (2.34)$$

Таблиця 2.1 - Значення X залежно від співвідношення

$\frac{D}{d}$	2	2,5	3	3,5	4
X	2,8	2,5	2,1	1,5	0,7

У посудині з перегородками при $Re_\epsilon > 10^4$

$$K_N = 0.253 Re_\epsilon \left(\frac{t}{d} \right)^{1.7} \left(\frac{b}{d} \right)^{0.3} z_2^{0.43} \quad (2.35)$$

де, z_2 - кількість перегородок;

b – ширина перегородки.

Змішувач турбінний, відкритий, без направляючої $Re_\epsilon > 10^4$.

У посудині без перегородок, з плоскими лопатями:

$$K_N = 3.58 Re_\epsilon^{0.96} Fr_\epsilon^b \left(\frac{b}{d} \right)^{1.5} z_1^{0.8}, \quad (2.36)$$

$$\text{де } b = \frac{l - \lg Re_\epsilon}{40}; \quad (2.37)$$

z_1 - кількість лопатей.

В посудині з перегородками:

$$K_N = C Re_\epsilon \left(\frac{l}{d} \right)^{1.5} \left(\frac{b}{d} \right)^{0.3} z_1^{0.8} z_2^{0.43}, \quad (2.38)$$

де, l – довжина лопаті мішалки;

$C=9,4$ – у випадку, якщо лопаті мішалки плоскі;

$C=7,27$ – у випадку, якщо лопаті мішалки зігнуті.

Турбінний змішувач забезпечений шістьма вигнутими лопатями і направляючою з 20 лопатями. $Re_e \gg 10^4$:

$$K_N = Re_e \quad (2.39)$$

Потужність, витрачена на тертя сальника, визначається за наступною формулою:

$$N_C = 9,841 * (p + 0,98 * 10^5) f_m l_c d_e^2, \text{ Вт}, \quad (2.40)$$

де p - тиск в фаршезмішувачі надмірний, Н/м²

l_c - довжина набивки сальника, м;

f_m - коефіцієнт тертя сальника;

d_e - діаметра вала мішалки, м;

n – частота обертання робочого органу, об/с.

При розрахунку розмірів поперечного перерізу лопаті фаршезмішувача враховуються згинальні і крутні моменти, створювані опором навколишнього середовища, що діють на окремі елементи лопаті.

Опір середовища, що діє на окремі елементи лопаті, визначається за такою формулою:

$$P_i = \frac{NB_i}{Az_l w} \sin \alpha, \quad (2.41)$$

де, N – потужність, споживана перемішуванням, розраховується за рівнянням, Вт;

α - кут нахилу лопаті до горизонталі;

w – кутова швидкість обертання робочого органу, с⁻¹

z_l - кількість лопатей робочого органу мішалки.

Прямокутні елементи для рам, турбін і анкерних міксерів:

$$B_i = \frac{h_i}{3} (R_i^3 - r_i^3) \quad (2.42)$$

Для еліптичного елемента якірної мішалки:

$$V_i = \frac{\pi}{16} (R_{\sigma}^3 R_m - r_{\sigma}^3 r_m) \quad (2.43)$$

Для якірних мішалок з прямокутними елементами і одним овальним елементом:

$$A = \frac{h_1}{4} (R_1^4 - r_1^4) + \frac{h_2}{4} (R_2^4 - r_2^4) + \dots + \frac{h_i}{4} (R_i - r_i) + \frac{2}{15} (R_B^4 R_m - r_{\sigma}^4 r_m) \quad (2.44)$$

При розрахунку змішувачів з прямокутними елементами робочого органу (лопатеvim, рамним турбіною) застосовуються умови рівняння $\frac{2}{15} (R_{\sigma}^4 R_m - r_{\sigma}^4 r_m)$, коефіцієнт А не враховується. У спрощених розрахунках еліптичні елементи можна замінити прямокутними елементами такої ж площі.

Елементами мішалки вважають лише половину лопаті, що роблять шляхом визначення коефіцієнта z у рівнянні для Р.

При визначенні коефіцієнтів В і А прийняти:

h_i - висота елемента лопаті, м;

R_{σ} , r_{σ} - зовнішній радіус і внутрішній радіус лопатевої еліптичної одиниці вздовж напрямку великої півосі еліпса, м;

R_i , r_i - зовнішній та внутрішній радіуси елемента, м;

R_m , r_m - зовнішній радіус і внутрішній радіус лопатевої еліптичної одиниці вздовж напрямку малої півосі еліпса, м.

Відстань від піввісі обертання робочого органу до точки дії опору P_i :

- Прямокутні елементи для лопатей мішалки:

$$x_i = \frac{3R_i^4 - r_i^4}{4R_i^3 - r_i^3} \quad (2.45)$$

- Овальні елементи для анкерних лопаток змішувача:

$$x_i = \frac{32}{15\pi} \frac{R_{\sigma}^4 R_m - r_{\sigma}^4 r_m}{R_{\sigma}^3 R_m - r_{\sigma}^3 r_m} \quad (2.46)$$

3. ПРОЕКТУВАННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ

3.1. Розробка теорії лопатево – шнекового фаршемішувача

Велике значення в роботі фаршемішувача має тип і конструкція змішувального органу, робочим призначенням якого є перетворення механічної енергії в неупорядковану теплову за рахунок опору корпусу. За рахунок такого перемішування пристрій розсіює в об'ємі апарату енергію, кількість якої залежить від конструкції робочого органу, характеристик приводу та конструкції змішувача.

Тому, щоб ефективно перетворити інгредієнти фаршу в однорідну суміш, фаршемішувач був детально проаналізований. Метою цього аналізу є визначення та оцінка параметрів, які залежать від: якості змішування, швидкості приготування фаршу, споживання енергії тощо. Для цього був створений практичний прототип, в якому порівнюються об'єднані робочі органи з різними типами робочих механізмів.

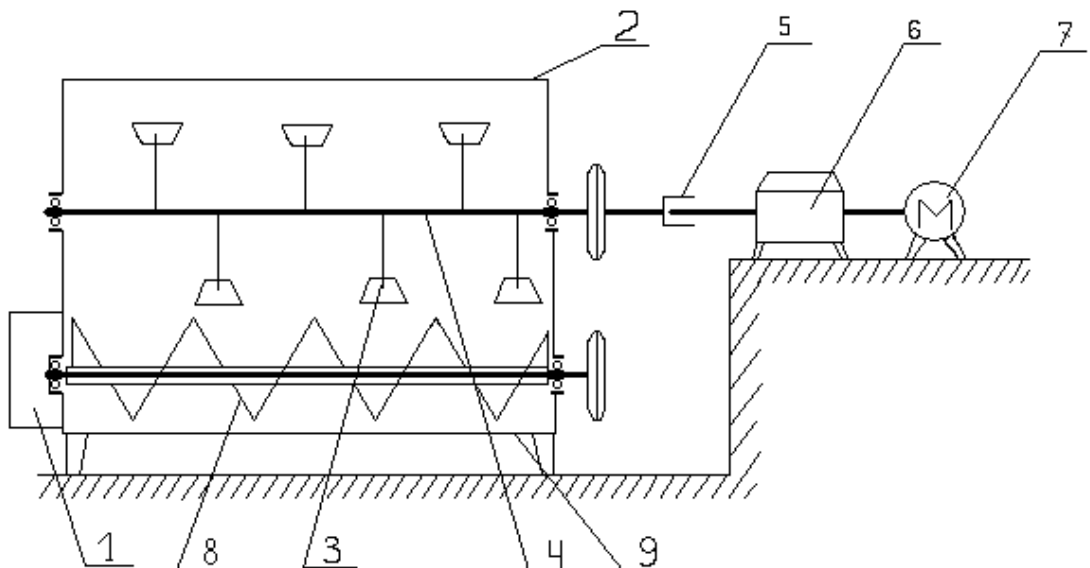


Рисунок 3.1 - Кінематична схема лопатево-шнекового фаршемішувача.

1 - вивантажувальний патрубков; 2 - кришка; 3 - лопать; 4 - лопатевий вал; 5 - муфта; 6 - редуктор; 7 - двигун; 8 - шнек; 9 – корито.

При аналізі змішувачів за різними показниками виявилось, що найбільш ефективними є змішувачі з лопатевим і шнековим робочими механізмами. Крім того, індикатори, які недостатньо ефективні в одному типі змішувача, ідеальні в іншому типі змішувача.

На цій основі був розроблений комбінований фаршезмішувач з лопатевим і шнековим робочим органом.

3.2 Обґрунтування зв'язків між складовими параметрами фаршезмішувача

При використанні в машинах і обладнанні різних робочих механізмів необхідно узгоджувати їх кінематичні, конструктивні та енергетичні параметри, оскільки від цього багато в чому залежить працездатність цих механізмів і функціональна досконалість всього технічного засобу. У цьому випадку для перемішування фаршу використовується мішальний корпус з лопатями, розташований у верхній частині машини. Крім того, використовується шнековий робочий механізм для вивантаження готового фаршу. Підвищення ефективності даної машини досягається тим, що шнековий робочий орган працює не тільки в режимі розвантаження, але і в режимі додаткового рухомого пристрою. Тому очевидно, що технічні, кінематичні, конструктивні та енергетичні параметри цих робочих механізмів повинні бути чітко узгоджені. Лише комбінована робота лопатевого та шнекового робочого механізму гарантує функціональну ефективність приготування дуже однорідного фаршу.

Розглядаючи теоретичні залежності, які описують роботу конкретної машини, можна зробити висновок про наявність певної відповідності в описі теоретичних залежностей. Таким чином можна встановити певний тісний зв'язок, щоб зробити загальну структуру робочого механізму та машини більш зрозумілою.

Зокрема, для ефективної роботи двох відділень, їх продуктивність повинна бути на одному рівні. Тому основою для знаходження

обґрунтованих кінематичних і конструктивних параметрів є вибір рівних або приблизно однакових геометричних параметрів робочого механізму для забезпечення заданої продуктивності всієї машини.

У лопатевих і шнекових робочих органів такими параметрами є частота обертання валу, довжина робочої зони, діаметр охоплення робочого органу. Якщо довжина робочої ділянки істотно не впливає на роботу кожного робочого органу, то вирішальне значення мають частота обертання вала і зовнішній діаметр робочого органу. Тому ми зосереджуємося на цих двох параметрах.

Аналіз залежностей, що описують кожен робочий орган, показує, що при зміні частоти обертання вала продуктивність кожного робочого органу істотно не зміниться, тобто ця зміна відобразиться пропорційно в одному робочому механізмі та в іншому. На відміну від частоти обертання вала, зміни діаметра робочого органу по-іншому відображають зміни продуктивності. Це робить необхідним знайти співвідношення параметрів, які забезпечують однакову продуктивність.

3.3 Моделювання технологічних процесів

Технічні розрахунки змішувача передбачають визначення потужності, необхідної для його роботи, а також основних конструктивних параметрів: розмірів ємності, розмірів робочого механізму та частоти обертання.

Метою моделювання є створення фашезмішувача, в якому поєднані два види робочих органів – лопаті та шнеки. При цьому для отримання високої продуктивності при найменших витратах ці параметри робочого механізму необхідно налаштувати.

При розрахунку необхідно використовувати параметри, що забезпечують ефективність операції змішування. Для ефективного використання встановіть однакові параметри для обох відділень:

- крок лопаті – $S=1,0$ м,

- кутова частота обертання – $W=5.234 \text{ с}^{-1}$,
- лопатевий робочий орган:
- частота обертання вала – $n=50,0 \text{ об/хв}$,
 - густина матеріалу – $R=850 \text{ кг/м}^3$,
 - коефіцієнт подачі – $K=0,70$,
 - прискорення земного тяжіння – $g 9,81 \text{ м/с}^2$.

шнековий робочий орган:

- крок шнека - $S=0,80 \text{ м}$,
- густина матеріалу – $R=850 \text{ кг/м}^3$,
- частота обертання вала – $n=50,0 \text{ об/хв}$,
- кутова частота обертання – $W=5,234 \text{ с}^{-1}$,
- прискорення земного тяжіння – $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

За основу будемо вибирати лопатевий тип робочого органу і діаметр шнекового вала для шнекового типу до збігу значень потужності приводних двигунів двох типів робочих органів. Аналізуючи таблиці та графіки, необхідно вибрати потужність двигуна з найбільшим значенням коефіцієнта кутової швидкості обертання.

За методом вибору значення діаметра валу гвинта встановлено, що при діаметрі валу гвинта $d=0,050 \text{ м}$ потужність двигуна $N=3084,480 \text{ Вт}$, що майже відповідає потужності. Для лопатевого робочого органу ($N=3078,49 \text{ Вт}$) лопаті та шнек мають однаковий діаметр $d=0,130$.

Шнекові:

Потужність приводу знаходимо за формулою:

$$N=1,18 C q n L^2 F(4cm^2\alpha + 1), \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де, $C=(0,9\dots2,5)10^6$, коефіцієнти, які залежать від фізико-механічних властивостей суміші (фаршу);

N – частота обертання шнека;

L – довжина шнеку, що знаходиться в суміші;

g – сипучих матеріалів;

F – питома поверхня шнека.

Подача:

$$Q_T = V_o F q \varphi n \quad (3.2)$$

F – площа поперечного перерізу;

V_o - осьова швидкість маси перемішування;

φ - коефіцієнт заповнення шнека фаршем, ($\varphi_n = 0,30 \dots 0,40$);

Q – густина фаршу.

Для горизонтального шнека:

$$Q_T = \pi (D^2 - d^2) s n_c q \varphi n / 4 \quad (3.3)$$

s – крок гвинта;

D і d – діаметр шнека і вала;

$$Q_T = (D^2 - d^2) S W q \varphi n / 8 \quad (3.4)$$

n_c - частота обертання ($n_c = W / 2\pi$)

$$v_{0,max} = n W \operatorname{tg} \alpha \quad (3.5)$$

$$v_{0,min} = n W \sin \alpha (\cos \alpha - f \sin \alpha) \quad (3.6)$$

f – коефіцієнт тертя;

α - кут підйому гвинтової лінії;

Мінімальна подача:

$$Q_{\min} = 0.250 \pi (D^2 - d^2) W r_c \sin \alpha_c (\cos \alpha_c - f \sin \alpha_c) q \varphi n \quad (3.7)$$

Час одноразової дії шнека знаходимо:

$$t_{o,d.} = V_{zm} \cdot q \varphi n / Q_{\min} \quad (3.8)$$

Потужність буде становити:

$$N = 0,01 K q l \quad (3.9)$$

k – коефіцієнт опору руху (k=8-10);

Лопатеві:

Продуктивність знаходимо:

$$G = 60 F \psi v n \quad (3.10)$$

v - об'ємна маса суміші продукції (фаршу);

ψ - коефіцієнт подачі,

t – крок лопатей;

Площа перерізу ємності:

$$F = \pi d^2 / 4 \quad (3.11)$$

n – частота обертання лопатей.

$$W_{кр} = \sqrt{g / Rl} \quad (3.11)$$

Rl – радіус обертання лопаті.

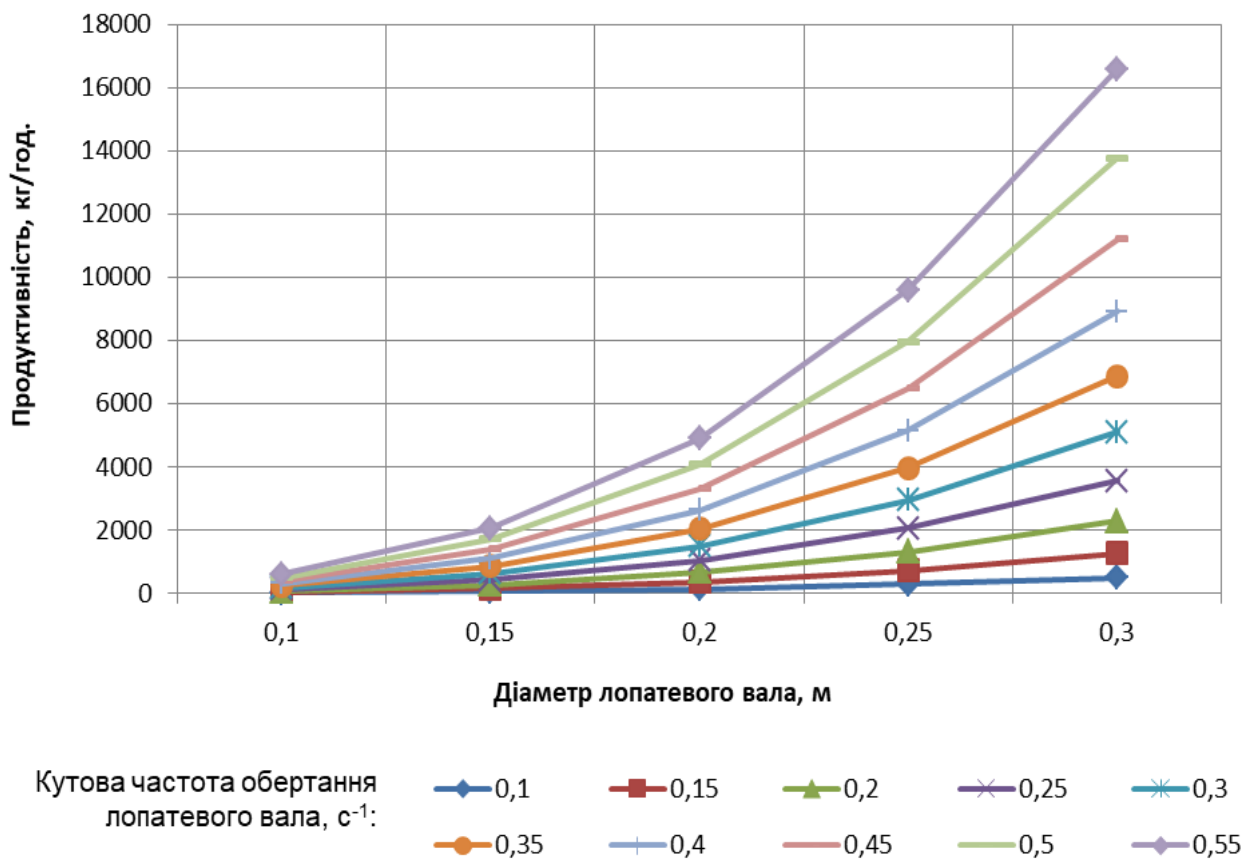


Рисунок 3.2 - Залежність продуктивності лопатевого фаршесмішувача від співвідношення діаметра та кутової частоти обертання лопатевого вала.

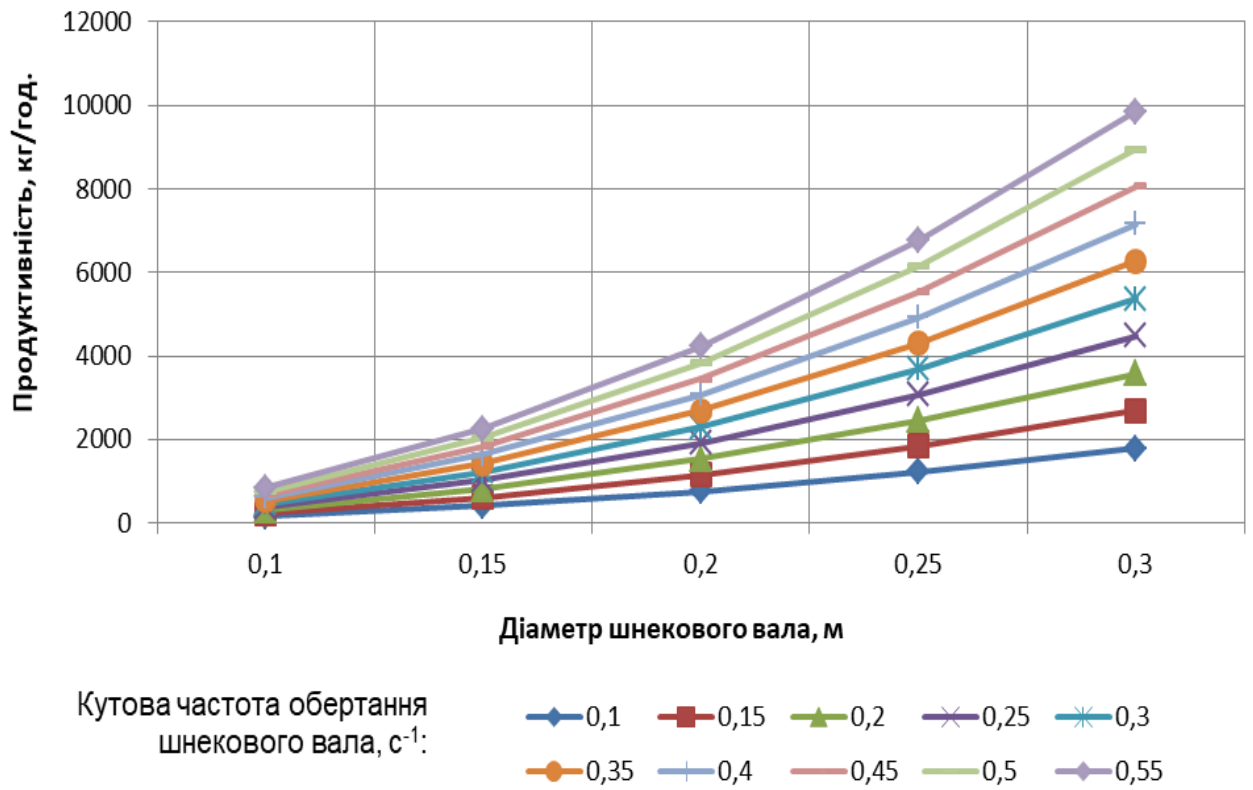


Рисунок 3.3 - Залежність продуктивності шнекового фаршесмішувача від співвідношення діаметра та кутової частоти обертання шнекового вала.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

Фаршезмішувач повинен обслуговуватись одним оператором, який пройшов спеціальний інструктаж з техніки безпеки і ознайомлений з інструкцією експлуатації фаршезмішувача.

1. Повинен бути забезпечений вільний доступ до всіх механізмів фаршезмішувача, захаращення проходів не допустимо.

2. Всі зовнішні рухомі елементи машини повинні бути закриті захисними кожухами.

3. Фаршезмішувач повинен бути заземлений відповідно до існуючих вимог.

4. Включати фаршезмішувач можна тільки в тому разі, коли переконались, що заземлення не має механічних пошкоджень, а облицювальні кришки закриті.

5. Під час роботи фаршезмішувача заборонено знімати облицювальні кришки і кришки приводу, відкривати електрошкафу і пульт, виконувати будь-які роботи в зоні прилягання люків, коли вони відкриті.

6. Обслуговування, ремонт і наладку механічної частини повинні проводити тільки ті особи, які пройшли спеціальну підготовку і мають відповідне кваліфікаційне посвідчення.

7. Роботи з ремонту електрообладнання повинні проводитись тільки при відключеній напрузі. В місці відключення напруги повинна бути вивішена табличка "НЕ ВМИКАТИ! РЕМОНТНІ РОБОТИ".

8. На фаршезмішувачі повинні бути встановлені блокувальні пристрої.

9. Оператор не має права залишати без нагляду включену машину.

10. Мащення і регулювання повинні проводитись тільки після зупинки фаршезмішувача.

11. Не допускати роботу місильних шнеків із знятою або відкритою кришкою.

12. Слід фіксувати решітку корита місильного, коли її встановлюють у відкрите положення.

13. Категорично заборонено проводити санітарну обробку при наявності напруги на фаршесмішувачі.

Вимоги безпеки. ГОСТ12.2.003 “Виробниче обладнання. Загальні вимоги безпеки” встановлює вимоги безпеки до виробничого обладнання в частині конструкцій, органів його управління, засобів захисту, які входять в конструкцію, а також вимог безпеки, які визначаються особливостями монтажних і ремонтних робіт, транспортуванням і зберіганням виробничого обладнання.

Обладнання повинне бути безпечним при монтажі, експлуатації, ремонті, транспортуванні і зберіганні, не повинно забруднювати викидами, шкідливих речовин навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) вище встановлених норм. Безпечність обладнання забезпечується вибором принципу дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкції і т. п., застосуванням засобів механізації, автоматизації, дистанційного управління і захисту; виконанням ергономічних вимог; включенням вимог безпечності в технічну документацію по монтажу, експлуатації, ремонту, транспортуванню і зберіганню.

Обладнання повинно бути пожежно - і вибухобезпечним, стійким до підвищення вологості, коливання тиску і температури, дії агресивних речовин, обледеніння, вітрових навантажень.

Крім загальних вимог безпеки до виробничого обладнання необхідно враховувати також специфічні вимоги до обладнання м'ясної промисловості, передбачені стандартом ОСТ 27-00-216 “Виробничі машини і обладнання. Загальні вимоги безпеки”.

Рухомі частини обладнання – гребінки, виступаючі кінці валів і елементи їх частин (гвинти, шпонки), живильні і накатні валики, ролики , відкриті передачі, торці барабанів (роликів) в місцях набігання транспортерної стрічки (пластин), в місцях термо- і ультразвукової зварки,

живильні воронки (бункера) – повинні мати огорожу. Не закріплені на глухо (на болтах, гвинтах і т. п.) огорожі зубчатих передач повинні мати пристрої, які б дозволяли відкрити їх тільки після повної зупинки машини і які б забезпечували її запуск тільки при закритій огорожі. Рухомі контрванажі (противаги повинні розміщуватись в середині машини і надійно огороджуватись.

Робочі місця обслуговуючого персоналу повинні знаходитися поза зоною переміщення механізмів, сировини і готової продукції.

Конструкція обладнання повинна передбачати заходи (теплоізоляція) з обмеження виділення конвекційного променевого тепла. В машинах з місцевим охолодженням повинен бути пристрій, який блокує запуск машин при відсутності холодоагенту.

Обладнання, яке виділяє вологу, газу, порох і сторонні запахи, повинне бути максимально герметизоване. При недостатній герметизації необхідно використати місцеві відсмоктування повітря.

Зовнішні виступаючі частини обладнання повинні бути заокруглені по радіусі не менше 5 мм і не мати зазубрень, напливів металу після зварки.

Кнопки включення виробничого обладнання повинні бути заглиблені на 3-5 мм в корпусі пускової коробки.

Органи управління (кнопки, ричаги, маховички і т. д.) в постійного робочого місця повинні розміщатися в робочій зоні, обмеженої в межах: по довжині не більше 0,7 м, по глибині не більше 0,4 і по висоті не більше 0,6 м; вказані органи управління повинні бути над рівнем підлоги (площадки) на висоті в межах від 0,9 до 1,5 м при обслуговуванні стоячи і на висоті 0,6-1,2 м при обслуговуванні сидячи. Всі кнопки, ричаги, маховички і інші органи управління повинні мати позначення і надписи, які пояснюють їх функціональне призначення, а також пофарбовані у відповідні кольори:

- червоний колір – зупинка
- ахроматичний колір (чорний, білий чи сірий), допускається зелений - впуск ;

- ахроматичний колір – поперемінні зупинка чи впуск;
- жовтий колір – аварійне включення;
- ахроматичний або синій колір – спеціальне включення (переключення частоти обертання чаші кутера).

Площадки обслуговування машин і обладнання, розміщені на висоті, повинні мати огорожі і сходи з поруччям, а площадки крім цього, - повинні мати вільний прохід шириною не менше 0,7 м. Покрив площадок повинен виключати слизькість і мати по краях суцільну обшивку на висоті 0,15 м. Висота огорожі і перил повинна бути не менше 1 м, а на висоті 0,5-0,6м від покриття площадки (сходів) необхідно розміщувати додаткові повздовжні огорожі і вертикальні стійки з кроком не більше 1,2 м. Сходи на висоті 3-5 м повинні мати перехідні площадки; ширина сходів не менше 0,6 м, проміжок між сходами – 0,2, ширина сходини – не менше 0,12м. Сходи висотою більше 1,5 м повинні мати нахил не більше 45°, меншої висоти не більше 60° до горизонту.

Зусилля на важелі, постійного використання при ручному управлінні не повинно перевищувати 40 Н, а при ручному регулюванні і накладанні – 100 Н.

Пускові педалі ніжного управління обладнанням повинні мати огороження або попереджувальні пристрої, які виключають випадкове включення обладнання (падіння предмету, випадкове натиснення). Огородження педалі повинно бути міцним, не мати гострих країв і не обмежувати рухів ноги. Площадка пускової педалі повинна бути прямою з рифленою поверхнею (неслизькою) і мати заокруглені з початку і упору для ноги в кінці. Ширина педалі повинна бути не меншою 80 мм, а довжина до упору 110-130 мм. Підвищення педалі над рівнем підлоги площадки (перед її включенням) не повинно перевищувати 120 мм, а прогин її (після включення) – 60 мм; посилення при натисканні на педаль в положенні сидяче – 24,5 Н, в положенні стоячи – 34,5 Н.

Засуви, гвинти і крани, розміщені вище 2 м від рівня підлоги (робочої площадки або заглиблені, повинні мати пристрої (ричагові, штангові і ін.) які б дозволили відкривати і закривати їх з робочого місця.

Стационарна контрольно-вимірна апаратура повинна бути встановлена на робочих місцях не вище 2 м від рівня підлоги (робочої площадки).

Струмopовідні частини обладнання повинні бути надійно електроізолювані, огорожені або знаходитися в недоступних до людей місцях.

Температура нагрітих поверхонь обладнання, огороження і трубопроводів на робочих місцях не повинна перевищувати 45с. Ванни , баки і інші робочі ємності потрібно обладнати зливними і переливними пристроями, які з'єднані з каналізацією закритим способом, з розривом струменя і заторними пристроями.

Конструкція обладнання, працюючого під тиском, повинна відповідати правилам його проектування, виготовлення і експлуатації.

Експлуатація технологічного обладнання великого виробництва, а значить і високої вартості на малих підприємствах не вигідна, не вистарчає сировини, щоб загрузити їх на повну потужність.

Економічно доцільно застосовувати універсальне (за призначенням) і багатоопераційне обладнання. Воно повинно бути дешевим , надійним , довговічним. Таке обладнання можна створювати за принципом агрегування, застосовуючи загальний привід і змінні органи для виконання різних операцій. Деталі і вузли повинні уніфіковані і мати мінімальні розміри.

Для роботи обладнання на малих підприємствах, як правило, не потрібне використання пари (особливо високого тиску), стиснутого повітря і газу.

Для експлуатації обладнання на малих підприємствах необхідні спеціально підготовлені технології, механіки, лаборанти і робочі.

Найбільш ефективною робота обладнання всього малого виробництва в цілому буде при використанні місцевих природних джерел тепло-, водо- і холодопостачання. При проектуванні виробництва необхідно враховувати можливість використання натурального холоду для зберігання сировини і продукції.

Охорона навколишнього природного середовища – це система заходів направлених на забезпечення гармонійної взаємодії суспільства і природи , на основі збереження , виробництва і раціонального використання природних ресурсів.

Відходи виробництва м'ясокомбінату пов'язані з викидами в атмосферу шкідливої пилуки і газів викидами у водойми стічних вод , які їх забруднюють і стравлюють, погіршують стан ґрунту, який знаходиться біля підприємства.

Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій ситуацій на виробництві

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події.

Початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) виявляють у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Слід зауважити, що поняття «початкові події» введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва.

Якщо на схемах, що зображують процеси протікання (перебігу) випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистично залежними або незалежними. Статистичне залежні події — це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо жодна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть з'являтися незалежно одна від одної, то такі події є статистичне незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні — послідовно. Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу) подій.

Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації виробничого обладнання в галузях сільського господарства, описані і побудовані логічні моделі різні за формою і характером подій. Це дало можливість перейти до побудови більш складних моделей аварій, травм і катастроф, які потрібні для встановлення причин виникнення потенційних небезпек, без чого неможливо вжити обґрунтованих профілактичних заходів.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному (при необхідності і математичному) аналізі й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій.

Процес пошуку потенційних небезпек на виробництві ґрунтується на більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений.

Аналізуючи кожну з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків.

Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію (явище), що є причиною (однією з причин) формування досліджуваного процесу.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

Вивчені, побудовані і систематизовані логічні моделі для окремих виробничих процесів, обладнання та інших об'єктів можна програмувати, а складений з них банк даних, може бути використаний для прогнозування виникнення аварій, травм, катастроф та інших небажаних явищ за допомогою ЕОМ.

Логічні моделі можна застосовувати при прийнятті рішень про відповідальність осіб, винних у виникненні таких пригод, а також ступінь вини самого потерпілого.

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми або катастрофи залежно від досліджуваного явища.

Для того щоб оцінку рівня небезпеки певного об'єкта чи явища запровадити на виробництві, необхідний простий і доступний метод обчислення значень ймовірності будь-якого випадкового явища. Основні принципи цього методу полягають у тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини (об'єкта) виявляють виробничі небезпеки, можливі аварійні або травмонебезпечні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логіко-імітаційної моделі аварії або травми (чи катастрофи). Після цього будують модель («дерево відказів і помилок оператора»). При цьому важливе значення має правильний вибір головної випадкової події.

Головну випадкову подію (конкретна аварія, травма або катастрофа), модель якої нам необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва може виникнути.

Залежно від об'єкта головними подіями можуть бути:

для технологічного обладнання: «захват одягу», «захват ,рук, ніг та інших елементів тіла людини», «удар», «падіння людини», «електричний удар», «опіки тіла», «опромінення» тощо;

для підприємства в цілому: «вихід з ладу обладнання», «пошкодження електричного обладнання», «пошкодження будівель», «пожежа» тощо.

Після вибору головного випадкового явища (події) розпочинають побудову моделі («дерева»). Використовуючи оператори «І» та «АБО», виконують набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до тієї події, яка вибрана як головна.

У деяких випадках головна подія може мати; і більше однакових небезпечних ситуацій за змістом, але різних за природою і причинами виникнення.

В кожному конкретному випадку виробництва необхідно ретельно вести пошук і дослідження небезпечних ситуацій . Після визначення відповідних аварійних, травмонебезпечних або катастрофічних ситуацій та їх кількості, визначають інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів «І», «АБО» та інших. Процес побудови моделі триває поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірності базових подій визначають за даними виробництва. Наприклад, базова подія «стан контролю з охорони праці». Для визначення ймовірності ми повинні встановити наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50 або 30 %, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідна ймовірність дорівнює 0. Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки «дерева», позначають номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичної обробки. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують формули.

1. Нехай дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора «I» входять у наступну третю подію. Тоді ймовірність виникнення цієї події P_3 можна визначити так:

$$P_3 = P_1 P_2$$

2. За допомогою оператора «I» три події з ймовірностями P_1 , P_2 і P_3 формують четверту випадкову подію. Тоді ймовірність цієї події P_4 обчислюють так:

$$P_4 = P_1 P_2 P_3$$

3. Оператор «I» об'єднує n подій з ймовірностями $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$. Тоді ймовірність вихідної події P буде

$$P = P_1 P_2 P_3 \dots P_n$$

4. Дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора «АБО» входять до третьої події. Тоді її ймовірність P_3 буде

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 P_2$$

5. Оператор «АБО» об'єднує три базові події з ймовірностями P_1 , P_2 , P_3 які за допомогою цього оператора входять у наступну подію з ймовірністю P_4 . Тоді ймовірність цієї події можна визначити за формулою

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 - P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_3 + P_1 P_2 P_3.$$

6. Якщо в оператор «АБО» входять чотири і більше випадкових базових подій з відомими значеннями ймовірностей, то для спрощення обчислень їх згруповують по дві або по три події і застосовують наведені формули. Після визначення ймовірностей вихідних подій кожної з таких груп, їх знову необхідно згрупувати і провести аналогічні обчислення, аж поки не залишаться дві або три події, над якими необхідно провести ті ж операції.

Так, поступово обчислюючи ймовірність вихідних подій кожного окремого розгалуження, наближаємось до головної події і обчислюємо ймовірність її виникнення.

Значення ймовірності головних подій, що досліджуються, на жаль, не можна порівняти з нормативними значеннями певного ступеня ризику для певної людино-машинної системи, бо таких даних просто не існує. Але значення ймовірності тієї чи іншої події, обчислені при дослідженні конкретної моделі, дає уяву про високу, середню і незначну (малоймовірну) небезпеку.

Єдиний документ, який можна взяти для орієнтиру, це ГОСТ 12.1.010—76 «Система стандартів безпеки труда. Взривобезопасность», в якому зазначено, що виробничі процеси повинні розроблятися так, щоб ймовірність виникнення вибуху на будь-якій вибухонебезпечній ділянці протягом року не перевищувала 10^{-6} ($P=0,000001$).

Для проведення обчислень ймовірності травми використаємо логіко-імітаційну модель процесу її формування.

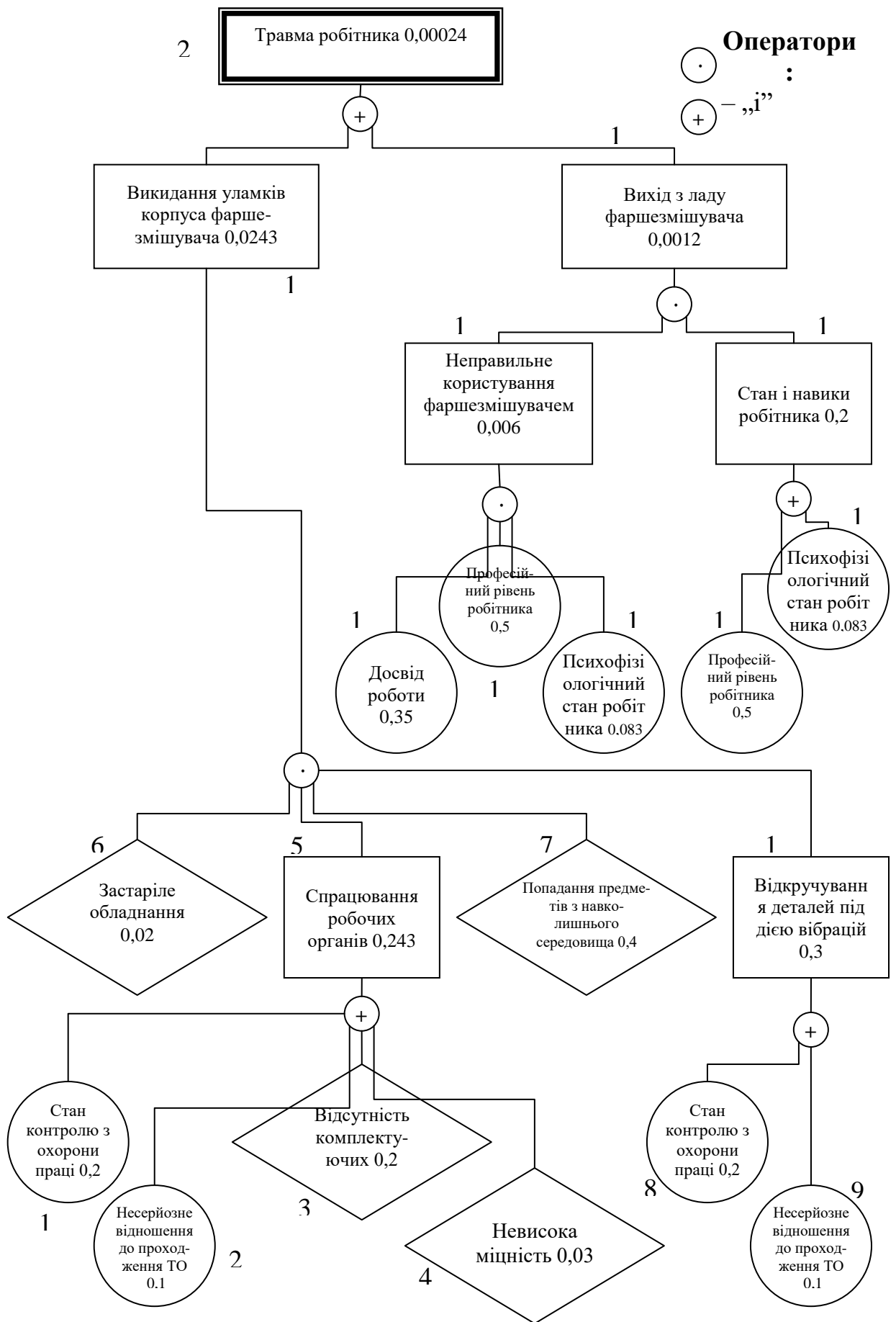


Рисунок 4.1 - Логіко-імітаційна модель процесу формування та виникнення аварії та травми під час роботи фаршезмішувача.

Оскільки значення ймовірності виникнення аварії або травми (аварійної чи травмонебезпечної ситуації) найбільш точно і об'єктивно характеризує рівень небезпеки на конкретному об'єкті, то цим створені умови для удосконалення системи управління безпекою праці в окремих підрозділах або господарствах. При цьому значення ймовірності можуть бути використані при розробці заходів впливу на працюючих, що часто допускають небезпечні дії, і заохочуючих (стимулюючих) заходів до тих працюючих, на робочих місцях яких існує дуже низька ймовірність виникнення травми або аварії.

Наведемо приклад визначення ймовірності аварії за допомогою логіко-імітаційної моделі (рис. 4.1).

Позначимо події моделі відповідними номерами від 1 до 13. Подія 9 характеризує саме аварію. Ймовірності базових подій покажемо умовно, але значення їх будуть близькими до реальних умов виробництва.

$$P_1=0,05; P_2=0,2; P_3=0,3; P_5=0,1; P_7=0,5; P_8=0,5.$$

Використовуючи указану модель, визначимо послідовно ймовірність події 3:

$$P_4=P_1+P_2+P_3-P_1P_2-P_1P_3-P_2P_3+P_1P_2P_3=0,243;$$

$$P_6=P_4P_5=0,0243;$$

$$P_9=P_6P_7P_8=0,006.$$

Одержане значення ймовірності виникнення аварії (викришення зубів) $P_9=0,006$, характеризує те, що при наявності таких подій, які відображені у моделі, на кожну 1000 одиниць аналогічного обладнання можна очікувати 6 аварій.

Якщо продовжити розрахунки далі, то можна розрахувати ймовірність травми:

$$P_{10}=0,2; P_{12}=0,2;$$

$$P_{11}=P_9P_{10}=0,0012;$$

$$P_{13}=P_{11}P_{12}=0,00024.$$

Логіко-імітаційні моделі аварій і травм допомагають зменшити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капіталовкладень, річного економічного ефекту, рівня рентабельності виробництва, прибутку, економії затрат праці, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційних і виробничих затрат.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначається як відношення сумарних капітальних витрат $K_{\text{кан}}$ (грн.) до річного прибутку Π (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{\Pi} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданого виду продукції є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість підприємства. Рентабельність визначається відношенням прибутку Π до загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$P_p = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100 \quad (5.2)$$

Прибуток визначається як різниця грошових надходжень Γ_n і загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$\Pi = \Gamma_n - Z \quad (5.3)$$

Грошові надходження від реалізації виробленої продукції визначаються як добуток кількості виробленої продукції Q_{np} (т) на її ціну C_{np} (грн./т):

$$\Gamma_n = \sum Q_{np} \cdot C_{np} \quad (5.4)$$

Грошові надходження від реалізації продукції різного гатунку (якості) визначатимуться як:

$$\Gamma_{нвг} = Q_{нвг} \cdot C_{нвг} \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{нвг} = 500 \cdot 270000 = 135000000 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1г} = Q_{н1г} \cdot C_{н1г} \quad (5.6)$$

Сумарні грошові надходження

$$\Gamma_H = 135000000 + 0 + 0 = 135000000 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$Z = Z_n + Z_{н} \quad (5.7)$$

де Z_n - прямі затрати на виробництво продукції, грн.;

$Z_{н}$ - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$Z_n = Z_e + A_b + A_o + B_c + B_m \quad (5.8)$$

де Z_e - експлуатаційні затрати на виробництво продукції, грн. (вибирається з технологічної карти);

A_b - амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.;

A_o - амортизаційні відрахування на відновлення і ремонт обладнання, що не ввійшло в технологічну карту, грн.;

B_c - вартість сировини, що необхідна для виробництва продукції, грн.;

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за формулою:

$$A_{\delta} = \frac{B_{\delta}}{T_e} \quad (5.9)$$

де B_{δ} - балансова вартість будівлі, грн.;

T_e - строк експлуатації будівлі, років (приймається 50 років).

Балансова вартість будівлі вибирається з довідників, нормативних документів, або розраховується за формулою:

$$B_{\delta} = V_{\delta} \cdot Z_{\delta} \quad (5.10)$$

де V_{δ} - будівельний об'єм, м³;

Z_{δ} - будівельні затрати на 1 м³.

$$B_{\delta} = 967,5 \cdot 50000 = 48375000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{48375000}{50} = 967500 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, яка використовується для виробництва продукції визначається за формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.11)$$

де W_c - кількість кожного компонента в загальній рецептурі, кг;

C_c - вартість кожного компонента рецептури, грн/кг.

$$B_c = 500 \cdot 195000 = 97500000 \text{ грн.}$$

Вартість тари, необхідної для пакування виробленої продукції визначатиметься як

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.12)$$

де N_m - кількість одиниць тари, шт;

C_m - ціна тари, грн./шт.

Тоді,

$$B_m = 20000 \cdot 5 = 100000 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 1623966 + 967500 + 786740 + 97500000 + 100000 = 100978206 \text{ грн.}$$

Непрямі затрати на виробництво продукції становлять 10 % від прямих, тому їх розмір визначатиметься за формулою:

$$Z_n = 0,1 \cdot Z_n \quad (5.13)$$

$$Z_n = 0,1 * 100978206 = 10097820,6 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 100978206 + 10097820,6 = 111076026,6 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$\Pi = 135000000 - 111076026,6 = 23923973,4 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{Z}{Q_{np}} \quad (5.14)$$

$$C_{np} = \frac{111076026,60}{500} = 222152,05 \text{ грн/т.}$$

5.2 Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції можна визначити рівень рентабельності виробництва.

$$P_p = \frac{23923973,4 * 100}{111076026,60} = 21,54 \%$$

Для визначення строку окупності капітальних вкладень необхідно визначити їх розмір за формулою

$$K_{kan} = B_o + B_{\sigma} \quad (5.15)$$

де B_o - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{kan} = 134400 + 48375000 = 48509400 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{ок} = \frac{48509400,00}{23923973,40} = 2,03 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1

Економічна ефективність запропонованого рішення

Показник	Умовні позначення	Одиниці виміру	Параметр
Експлуатаційні затрати	Зе	грн.	1623966
Вартість сировини	Вс	грн.	97500000
Собівартість 1 т продукції	Спр	грн.	222152,05
Середня реалізаційна ціна 1 т продукції	Цтв	грн.	270000
Прибуток	П	грн.	23923973,4
Рівень рентабельності	Рр	%	21,54
Строк окупності капіталовкладень	Ток	років	2,03

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Щоб обидві частини фаршесмішувача працювали ефективно, їх продуктивність повинна бути на однаковому рівні. Тому основою для знаходження прийнятних кінематичних і конструктивних параметрів є вибір рівних або близьких до однакових геометричних параметрів робочого механізму для забезпечення заданої продуктивності всієї машини. У лопатевих і шнекових робочих органів такими параметрами є частота обертання валу, довжина робочої зони, діаметр охоплення робочого органу. Якщо довжина робочої ділянки істотно не впливає на роботу кожного робочого органу, то вирішальне значення мають частота обертання вала і зовнішній діаметр робочого органу. Тому ми зосереджуємося на цих двох параметрах.

Аналіз залежностей, що описують кожен робочий орган, показує, що при зміні частоти обертання вала продуктивність кожного робочого органу істотно не зміниться, тобто ця зміна відобразиться пропорційно в одному робочому механізмі та в іншому. На відміну від частоти обертання вала, зміни діаметра робочого органу по-іншому відображають зміни продуктивності. Це робить необхідним знайти співвідношення параметрів, які забезпечують однакову продуктивність.

В кваліфікаційній роботі проведено заходи по забезпеченню техніки безпеки та захисту навколишнього середовища. Розроблено логіко-імітаційну модель процесу формування та виникнення аварії та травми під час роботи з фаршесмішувачем.

Проведено розрахунок економічної ефективності запропонованого технічного рішення за яким рівень рентабельності становить 21.54 %, строк окупності капіталовкладень 2,03 року.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баб'як О. С. Екологічне право України : навчальний посібник / О. С. Баб'як, П. Д. Біленчук, Ю. О. Чирва. – Київ : АТІКА, 2000. – 216 с.
2. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. посібник. –Х.: Еспада, 2005. -432с.
3. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – В.: Нова книга 2001 – 576с.
4. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. - Вид. 5-те доповнення. - Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
5. Маньківський А.Я., Скалецька А.Ф. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції : Навчальний посібник. – К.: Аспект, 1999 – 378с.
6. Залого В.О. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с. інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 371 с.
7. Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. –Львів: Бескид Біт, 2004. -466с.
8. Маньківський А.Я., Скалецька А.Ф. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції : Навчальний посібник. – К.: Аспект, 1999 – 378с.
9. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник / О.В.Дацишин, А.І.Ткачук, Д.С.Чубов та ін.; За ред. О.В.Дацишина. –К.: Вища освіта, 2005. -159с.
- 10.Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: Навч. Посібник. П.С. Берник, З.А.Стоцько,

- І.П. Паламарчук та ін. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. -336с.
- 11.Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.
 - 12.Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.
 13. Сиротюк В.М., Дмитрів В.Т. Механізація тваринництва : Методичні рекомендації з розрахунку економічної ефективності в курсовому і дипломному проектуванні. – Львів : ЛДАУ. 1997 – 18с.
 - 14.Флис І.М., Сиротюк С.В., Буртак В.В. Комплектні агрегати для виготовлення ковбасних виробів. Метод.реком. –Львів: ЛДАУ, 2002.– 16с.
 - 15.Флис І.М., Сиротюк С.В., Буртак В.В. Машина для змішування компонентів м'ясопереробного виробництва. Метод. реком. –Львів: ЛДАУ, 2002. –20 с.
 - 16.Вібраційний пристрій для соління і перемішування фаршу. (А.С.№1418761).
 - 17.Змішувач для фаршу. (А.С.№1613092).
 - 18.Пристрій для вібраційного перемішування фаршу. (А.С.№1518352).
 - 19.Пристрій для приготування м'ясного фаршу. (А.С.№1617318).
 - 20.Агрегат для приготування м'ясного фаршу. (А.С.№1614780).
 - 21.Пристрій для соління і перемішування м'яса. (А.С.№1140733).