

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація фаршмішалки 25-ФМ6 з моделюванням процесу
перемішування фаршу

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МОНМ-61
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Кордуба О.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ворошук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 3 » лютого 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Кордубі Ользі Русланівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація фаршмішалки 25-ФМ6 з моделюванням процесу
перемішування фаршу

Керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 3 » лютого 2020 року № 4/7-88.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 травня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт фаршмішалки 25-ФМ6, існуюча технологія
приготування фаршу

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування
основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3 Розроблення нових
проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення фаршмішалки марки 25-
ФМ6.

4. Дослідження перемішування м'ясного фаршу на фаршмішалці марки 25-ФМ6. 4.1
Аналіз

витрат потужності при різних габаритах фаршмішалки марки 25-ФМ6. 4.2 Використання
методу аналізу розмірностей для моделювання процесу перемішування. 4.3 Умови
проведення експериментів. 4.4 Розрахунок за математичною моделлю. 4.6 Визначення
невдомих коефіцієнтів методом логарифмування. 4.7 Аналіз результатів виконаних
досліджень. 4.8 Розв'язок зворотної задачі. Визначення витрат потужності на
перемішування. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Фаршмішалка марки 25-ФМ6 (1 л. ф А1). 2. Завантажувальний механізм(1 л. ф А1).

3. Моделювання процесу перемішування фаршу на фаршмішалці марки 25-ФМ6. Аналіз
розмірностей змінних параметрів (1 л. ф А1). 4. Порівняння результатів експерименту і
обчислень для яловичини вищого і першого сортів (1 л. ф А1). 5. Порівняння результатів
експерименту і обчислень для яловичини другого сорту і свинини напівжирної (1 л. ф А1).

6.Порівняння результатів експерименту і обчислень для свинини нежирної (1 л. ф А1).

7. Результати теоретичних і експериментальних досліджень для свинини напівжирної і
свинини нежирної (1 л. ф А1). 8. Результати теоретичних і експериментальних досліджень

для яловичини другого сорту (1 л. ф А1). 9. Результати теоретичних і експериментальних досліджень для яловичини вищого і першого сортів(1 л. ф А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кравець О.І. – к.т.н., доц. Стручок В.С. – ст. викл.		
Нормоконтроль	Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 3 лютого 2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Прим.
	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.		
	2. Методи та методика досліджень.		
	3 Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення фаршемішалки марки 25-ФМ6.		
	4. Дослідження перемішування м'ясного фаршу на фаршемішалці марки 25-ФМ6.		
	4.1 Аналіз витрат потужності при різних габаритах фаршемішалки марки 25-ФМ6.		
	4.2 Використання методу аналізу розмірностей для моделювання процесу перемішування.		
	4.3 Умови проведення експериментів.		
	4.4 Розрахунок за математичною моделлю.		
	4.6 Визначення невідомих коефіцієнтів методом логарифмування.		
	4.7 Аналіз результатів виконаних досліджень.		
	4.8 Розв'язок зворотної задачі. Визначення витрат потужності на перемішування.		
	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
	Загальні висновки.		
	Графічна частина		
	1. Фаршемішалка марки 25-ФМ6		
	2. Завантажувальний механізм		
	3. Моделювання процесу перемішування фаршу на фаршемішалці марки 25-ФМ6. Аналіз розмірностей змінних параметрів		
	4. Порівняння результатів експерименту і обчислень для яловичини вищого і першого сортів		
	5. Порівняння результатів експерименту і обчислень для яловичини другого сорту і свинини напівжирної		
	6. Порівняння результатів експерименту і обчислень для свинини нежирної		
	7. Результати теоретичних і експериментальних досліджень для свинини напівжирної і свинини нежирної		
	8. Результати теоретичних і експериментальних досліджень для яловичини другого сорту		
	9. Результати теоретичних і експериментальних досліджень для яловичини вищого і першого сортів		

Студент

(підпис)

Кордуба О.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Кордуба Ольга Русланівна.

Тема дипломної роботи: «Модернізація фаршемішалки 25-ФМ6 з моделюванням процесу перемішування фаршу»

Роботу виконано в Тернопільському національному університеті імені Івана Пулюя в 2020 році.

Робота складається з пояснювальної записки обсягом 98 сторінок (3 таблиці, 45 рисунків,) та графічної частини 8 креслень формату А1.

В першому та другому розділах були проведені: аналіз сучасного стану роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6, огляд літературних джерел і патентів, вибір і обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень, аналіз похибок експериментальних досліджень, обґрунтування актуальності досліджень, формулювання мети та задачі роботи.

В третьому розділі представлені розробки нових проектно-технічних і технічних вирішень вдосконалення фаршемішалки марки 25-ФМ6. В цьому розділі представлені розрахунки та опис модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6.

В четвертому розділі була розроблена математична модель процесу перемішування на фаршемішалці марки 25-ФМ6, її розрахунок та аналіз отриманих результатів.

Також виконано вирішення питань охорони навколишнього середовища і безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: фарш, фаршемішалка, модернізація.

Annotation

The author of the qualification work of the educational level "Master" - Korduba Olha Ruslanivna.

Thesis topic: "Mincemeat mixer 25-FM6 upgrade with the process of minced meat mixing modeling".

The work is supported at Ternopil Ivan Pului National Technical University in 2020.

The work consists of an explanatory note of 98 pages (3 tables, 45 drafts) and a graphic part of 8 drawings in A1 format.

The first and second sections were conducted analysis of the current state of work of the minced meat mixer 25-FM6, review of literature sources and patents, selection and justification of theoretical and experimental methods and research tools, analysis of experimental research errors, justification of research relevance and formulation of the purpose and tasks of work.

The third section presents the development of new technical design and technical solutions to improve the minced meat mixer 25-FM6. This section presents the calculations and description of the modernization of the minced meat mixer 25-FM6.

The fourth section was developed a mathematical model of the mixing process on the minced meat mixer 25-FM6, its calculation and analysis of the results. The issues of environmental protection and life safety were also resolved.

Зміст

Анотація	5
Annotation.....	6
Зміст.....	7
Перелік умовних позначень та скорочень.....	11
Вступ.....	14
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	16
1.1. Сучасні конструкції обладнання для змішування і обґрунтування їх застосування в галузі харчової промисловості	16
1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.	25
1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	29
2. Методи та методика досліджень	31
2.1 Аналіз теоретичних і експериментальних методик і технічних рішень для здійснення досліджень, оцінки похибок експериментів	31
2.1.1 Застосування фізичного моделювання для опису процесів перемішування.....	31
2.1.2 Теорія подібності для опису процесу перемішування на фаршемішалці марки 25-ФМ6	32
2.2 Визначення похибки експериментальних даних	32
3 Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення фаршемішалки марки 25-ФМ6.....	34
3.1 Аналіз структури фаршемішалки марки 25-ФМ6	34
3.1.1 Будова і принцип роботи шнеків фаршемішалки марки 25-ФМ6	34

3.1.2 Будова і принцип роботи вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6	34
3.1.3 Будова і принцип роботи циліндричного редуктора фаршемішалки марки 25-ФМ6	36
3.2 Постановка задачі пошуку нових технічних вирішень для модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис схем технічних вирішень	37
3.2.1 Технологічний розрахунок фаршемішалки марки 25-ФМ6	38
3.2.2 Кінематичний розрахунок фаршемішалки марки 25-ФМ6	40
3.2.3 Розрахунок і підбір муфти приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6	41
3.2.4 Конструктивні розрахунки вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6	42
3.2.5 Розрахунок клинопасової передачі фаршемішалки марки 25-ФМ6	43
3.2.6 Розрахунок навантаження на шнеки фаршемішалки марки 25-ФМ6	45
3.2.7 Розрахунок і конструювання деталей вузла приводу фаршемішалки 25-ФМ6	45
3.2.8 Розрахунок конструктивних параметрів привідної вал-шестерні вузла приводу фаршемішалки 25-ФМ6	49
3.2.9 Розрахунок на міцність привідної вал-шестерні вузла приводу фаршемішалки 25-ФМ6	49
3.3 Обґрунтування, основний зміст і опис модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6	51
3.3 Кінематичний розрахунок завантажувального механізму.	53

3.3.1 Конструювання та розрахунок механізму вивантаження фаршемішалки марки 25-ФМ6.....	55
3.3.2 Розроблення технологічних засобів комплексної механізації завантажувальних операцій при роботі на фаршемішалці марки 25-ФМ6.....	56
3.4 Технологічна схема для виробництва м'ясних консервів	59
3.5 Особливості експлуатації модернізованої фаршемішалки марки 25-ФМ6	62
4. Дослідження перемішування м'ясного фаршу на фаршемішалці марки 25-ФМ6	64
4.1 Аналіз витрат потужності при різних габаритах фаршемішалки марки 25-ФМ6.	64
4.2 Використання методу аналізу розмірностей для моделювання процесу перемішування.....	66
4.3 Умови проведення експериментів.....	67
4.4 Розрахунок за математичною моделлю	69
4.6 Визначення невідомих коефіцієнтів методом логарифмування	71
4.7 Аналіз результатів виконаних досліджень.....	72
4.8 Розв'язок зворотної задачі. Визначення витрат потужності на перемішування.....	78
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	84
5.1 Охорона праці.....	84
5.1.1 Державний нагляд і громадський контроль за виконанням законодавства про охорону праці	84
5.1.2 Створення безпечних умов при роботі на фаршемішалці 25-ФМ6	86
5.1.3. Міри захисту від ураження електричним струмом. Електробезпека	87

5.1.4	Захист від ураження електричним струмом при роботі на фаршемішалці 25-ФМ6. Розрахунок захисного занулення	88
5.2	Розробка заходів по забезпеченню надійності роботи Сатанівського консервного заводу в період хімічного ураження	90
5.2.1	Закон України про цивільну оборону	90
5.2.2	Класифікація СДОР	91
5.2.3	Засоби оповіщення при виникненні небезпечної ситуації (НС) ...	92
5.2.4	Розробка заходів по забезпеченню надійності роботи Сатанівського консервного заводу в період хімічного ураження.....	93
5.2.5	Висновки	96
	Загальні висновки.....	98
	Перелік посилань	100
	Додатки	102

Перелік умовних позначень та скорочень

- V – об'єм місильної ємності, м^3 ;
- ρ – середня густина фаршу;
- ϕ – коефіцієнт використання об'єму ємності (при розрахунку продуктивності вибираємо мінімальне значення);
- τ_3 – тривалість змішування, с;
- τ_0 – тривалість допоміжних операцій;
- z – кількість шнеків даного типу;
- P – опір, що сприймається одним шнеком, Н;
- v – швидкість руху шнеків, м/с;
- η – коефіцієнт корисної дії;
- σ – питомий опір, Н/м^2 ;
- S – лобова поверхня робочих органів, м;
- σ_0 – умовний початковий опір фаршу ;
- a – параметр, що залежить від виду фаршу;
- v – швидкість руху шнеків, м/с;
- n – число витків;
- $w_{\text{дв}}$ – частота обертання вала двигуна;
- $w_{\text{ш}}$ – частота обертання шнеків;
- F_0 – попереднє напруження віток клинового пасу, Н;
- z – необхідне для передачі даної потужності число пасів;
- α_1 – кут обхвату меншого шків.
- P – потужність, що передається клинопасовим механізмом, кВт;
- v – швидкість руху в м/с;
- θ – коефіцієнт, що враховує відцентрову силу, $(\text{Н} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$;
- C_p – коефіцієнт режиму роботи;
- C_L – коефіцієнт, що враховує вплив довжини пасу;
- C_α – коефіцієнт кута обхвату;
- P_0 – допустима потужність для передачі одним ременем;

C_Z – коефіцієнт, що враховує число пасів в передачі;
 R – радіус спіралі;
 σ_0 – умовний початковий опір фаршу, Н/м²;
 a – параметр, що залежить від виду фаршу;
 T – крутний момент, Н·мм;
 $[\tau_k]$ – допустиме напруження на кручення, Н/мм²;
 σ_{-1} – границя витривалості сталі при симетричному циклі згину;
 k_σ – ефективний коефіцієнт концентрації нормальних напружень;
 ε_σ – масштабний фактор для нормальних напружень;
 β – коефіцієнт, що враховує шорсткість поверхні;
 σ_v – амплітуда циклу нормальних напружень, що рівна найбільшому напруженню згину в розглянутому перерізі;
 σ_m – середнє напруження циклу нормальних напружень;
 τ_{-1} – границя витривалості при симетричному циклі кручення, МПа;
 D_1 – діаметр ведучого шківа;
 D_2 – діаметр веденого шківа;
 m_t – модуль основний (торцевий);
 m_n – модуль нормальний;
 β – кут нахилу зубів;
 z – число зубів зубчастого колеса;
 P – потужність, що передається;
 P – потужність, яка передається, кВт;
 P_0 – потужність, яка є допустимою для передачі одний пасом, кВт;
 C_L – коефіцієнт, що враховує вплив довжини ременя;
 C_p – коефіцієнт, що враховує режим роботи;
 C_α – коефіцієнт, що враховує кут обхвату;
 C_z – коефіцієнт, що враховує число ременів у передачі;
 π_1, π_2, π_3 – невідомі критерії подібності;
 ρ – густина фаршу, кг/м³;
 n – частота обертання місильних шнеків, об/хв;

d – середній діаметр місильних шнеків, м;
 μ – в'язкість фаршу, Па·с;
 g – прискорення вільного падіння;
 z – кількість шнеків даного типу;
 P – опір, що сприймається одним шнеком, Н;
 v – швидкість руху шнеків, м/с;
 η – коефіцієнт корисної дії;
 σ – питомий опір, Н/м²;
 S – лобова поверхня робочих органів, м²;
 σ_0 – умовний початковий опір фаршу (Н/м²);
 a – параметр, що залежить від виду фаршу;
 v – швидкість руху шнеків, м/с;
 R – радіус спіралі;
 n – число витків ($n=3$).

Вступ

На сьогоднішній день підвищення продуктивності і надійності роботи технологічного обладнання має важливе значення для багатьох підприємств харчової і переробної промисловості.

Представлені в магістерській роботі рішення щодо вдосконалення і механізації завантажувально-розвантажувальних операцій при роботі на фаршемішалці марки 25-ФМ6 дозволять підвищити її надійність і продуктивність. В результаті зміни конструкції вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6 можна досягнути підвищення надійності в роботі на фаршемішалці марки 25-ФМ6. Механізація завантажувально-розвантажувальних робіт при експлуатації фаршемішалки марки 25-ФМ6 дасть можливість підвищити продуктивність її роботи.

В магістерській роботі розроблена математична модель для процесу змішування на фаршемішалці марки 25-ФМ6, представлені її розрахунок, теоретичне обґрунтування, аналіз похибок і отриманих результатів.

Мета роботи: встановлення конструктивних і технологічних чинників, які дозволять забезпечити більш ефективне перемішування фаршу у фаршемішалці 25-ФМ6.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основним об'єктом дослідження є вплив технологічних параметрів фаршемішалки марки 25-ФМ6 на процес перемішування м'ясного фаршу.

Предмет дослідження – технологічні робочі параметри фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Методи дослідження при виконанні роботи: порівняльний, теоретико-емпіричний, графічний, математичного моделювання, економіко-статистичний.

Отримані результати:

проведено аналіз конструкцій обладнання для перемішування фаршу;

проведено технологічні та кінематичні розрахунки, розрахунок

робочих органів та завантажувальних і розвантажувальних механізмів фаршемішалки марки 25-ФМ6;

з використанням методу аналізу розмірностей запропоновано модель споживання енергії фаршемішалки марки 25-ФМ6 під час перемішування м'ясного фаршу;

запропоновано ефективні технічні рішення за результатами досліджень.

Практичне значення отриманих результатів.

запропоновано технічні рішення з модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6; запропоновано конструкцію завантажувальних і розвантажувальних механізмів.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 27-28 листопада 2019 року.

Структура та обсяг роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 112 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.

1.1. Сучасні конструкції обладнання для змішування і обґрунтування їх застосування в галузі харчової промисловості

В харчовій промисловості застосовуються мішалки різних конструкцій. Продуктивність кожної мішалки залежать від її конструкції, режимів роботи та властивостей сировини. Для пошуків шляхів вдосконалення фаршемішалки марки 25-ФМ6 доцільно проаналізувати цілий ряд подібного обладнання для змішування, при цьому визначити їх переваги і недоліки порівнянні з даною фаршемішалкою марки 25-ФМ6. Тобто необхідно зробити літературний огляд.

Для перемішування фаршу використовують механічні мішалки, фаршемішалки, фаршезмішувачі та ін. Дві перші групи машин відносять до обладнання періодичної дії. Змішувачі можуть бути як неперервної так і періодичної дії.

Особливості використання фаршемішалок пов'язані із конструкцією і розміщенням виконавчих органів (лопатеї, шнеків та ін.) мішалки, вузлів вивантаження продукту і матеріалів, із яких вони виготовлені. Вони бувають горизонтального (коритні) і вертикального (чашкові) типів. В горизонтальних фаршемішалках виконавчий (перемішуючий) орган закріплений на горизонтальному валу, а в вертикальних - на вертикальному. В останніх перемішуючий орган опускається в чашу, а в горизонтальних фаршемішалках є один чи два горизонтальних вала, на яких розміщені перемішуючі органи. Ці органи можуть представляти собою шнеки, лопаті чи лопатки, що закріплені на валу, що обертається.

Фаршемішалки можуть бути із стаціонарними і роз'ємними коритами. Із фаршемішалок із стаціонарними коритами фарш вивантажують через люки, що розміщені в нижній торцевій частині корита, чи його опрокидуванням, а з роз'ємною чашею – тільки її опрокидуванням.

На рисунку 1.1. приведена схема мішалок і виконавчих органів, що монтуються для перемішування.

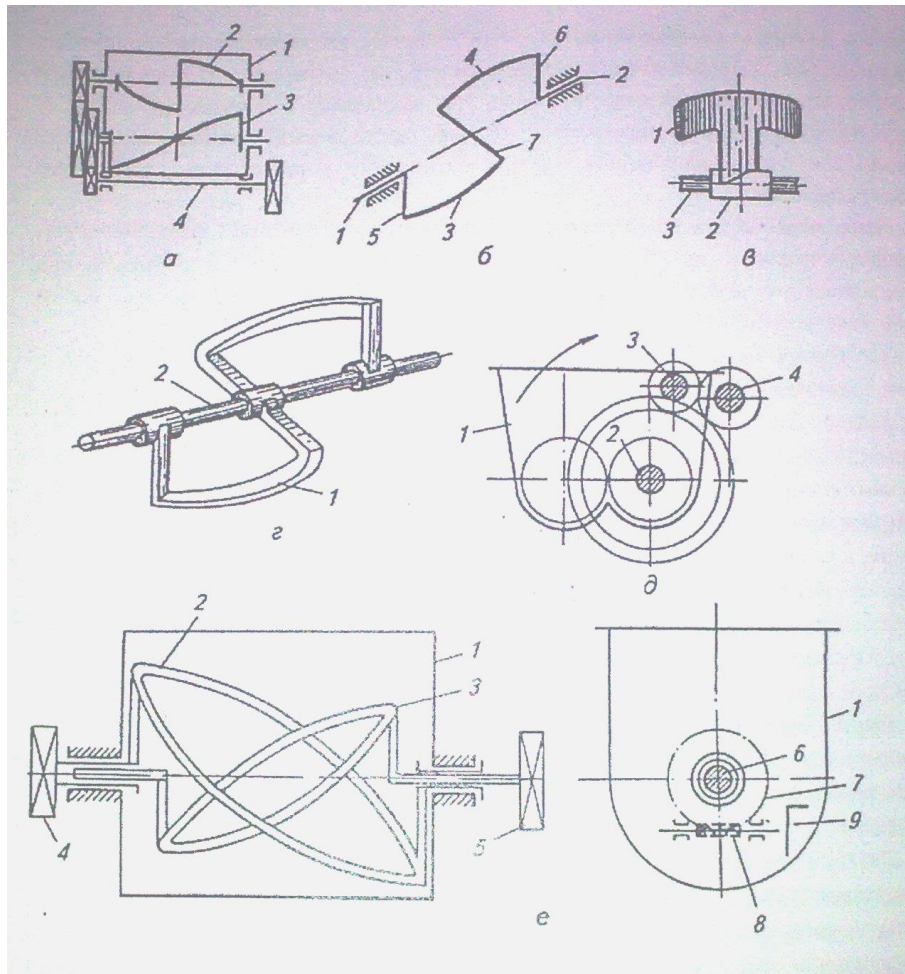


Рис. 1.1. - Схема фаршемішалок періодичної дії і виконавчих органів: а) – мішалка із гвинтовими лопатями: 1 – корито; 2,3 – лопаті; 4 – вал; б) – гвинтова лопать: 1,2 – цапфи; 3,4 – лопаті; 5,6,7 – опори; в) – відлита лопать: 1 – лопать; 2 – втулка; 3 – вал; г) – z-подібна лопать; 1 – лопать; 2 – вал; д) – схема опрокидування корита: 1 - корито; 2,3,4 – осі; е) – мішалка із еліпсоїдними лопатями: 1 – корито; 2,3 – лопаті; 4,5 – шестерні; 6 – вісь; 7,8 – черв’ячна пара; 9 – рукоятка.

Деталі усіх фаршемішалок, що контактують із продуктом, виконані із нержавіючої сталі. Лопаті мішалок можуть бути суцільними і складальними, тобто із нержавіючої сталі і полімерних матеріалів (фторопласт), з’єднані між собою. Лопаті також можуть бути виготовлені із сталі і покриті харчовим оловом.

Привідний механізм фаршемішалок електричний, із реверсом, що забезпечує обертання перемішуючих органів як в одну, так і в іншу сторону, і без реверса, тобто робочі органи обертаються тільки в одну сторону.

Завантаження фаршемішалок в загальному механізоване – за допомогою різноманітних підйомників.

Кожна фаршемішалка складається із корита в якому встановлені дві лопаті, що обертаються із в одна на зустріч другій, які приводяться в рух валом.

Гвинтові чи шнекові робочі органи підбирають таким чином, щоб при їх обертанні фарш подавався від країв у центр, а внизу потік був зворотнім (імітація ручного вимішування). Частота обертання лопаті 3 із сторони обслуговування менша (в 1.3 -2.0 разів) ніж частота обертання лопаті 2. Гвинтові лопаті (рис. 1.6., б) виготовляють суцільними із цапфами 7 і 2, які ведучими опорами 5 і 6 з'єднані із зігнутими по гвинтовій лінії лопатями 3 і 4. Опора 7 (діаметральна) закріплює вільний кінець гвинтових лопатей. Така конструкція лопатей достатньо складна у відливанні і обробці. Для спрощення представлені складальні косо встановлені литі лопаті (рис. 1.6., в), що оснащені розрізною втулкою, що монтується на валу, чи на складові з-подібні лопаті (рис. 1.6., г) із вставним валом.

Мішалки із еліпсоїдними лопатями для вимішування фаршу складаються із поворотного корита (рис. 1.6., е), в якому змонтовані лопаті, що обертаються одна на зустріч другій. Лопать 2 має великий розмір, лопать 2 обертається всередині неї. Їх зустрічний рух дає різкий зріз маси і забезпечує швидке перемішування компонентів. Лопаті приводяться в рух шестернями. При опрокидуванні корито обертається навколо осі 6 за допомогою червячної пари і рукоятки.

Фаршемішалки відкриті періодичної дії із опрокидуванням мають робочий об'єм 0.15 і 0.34 м³.

Горизонтальні змішуючі пристрої фаршемішалок мають два вала, що обертаються назустріч один одному. На валах розміщені різноманітні лопаті

(гвинтові, z-подібні, спіральні та ін.). положення і конструкція лопатей підбирають таким чином, щоб при підйомі лопаті вверх фарш подавався від країв до центру корита, а при опусканні – навпаки. Обслуговування фаршемішалки ведеться із сторони тихохідної лопаті.

Лопатеві змішувачі будовою нагадують гвинтові, де гвинтова поверхня замінена на косо поставлені лопаті. Ці лопаті на валу перервну поверхню, яка не тільки перемішує масу, але і переміщає її вздовж осі вала. Косо встановлені лопаті можуть мати форму прямокутника чи трапеції, що розширюється від центра вала. В поперечному перерізі лопаті розміщені під кутом 120° відносно один одного.

Спіральні змішувачі використовують для перемішування різних компонентів фаршу. Спіраль – це гвинтова полоса прямокутного перерізу, яка консольно встановлена на валу чи має опорні осі на протилежній стороні. Кріплення до вала – жорстке при допомозі клемового з'єднання. Спіралі розміщені в жолобах діжі, яких може бути від одного до трьох.

Змішувачі із z-подібними і гвинтовими лопатями найчастіше всього використовують в фаршемішалках. На практиці явно видно раціональність їх використання, ними досягається найбільш повний змішувальний ефект при відносно простоті конструкції. Лопать може бути виконана у вигляді ділянки вигнутої z-подібної полоси чи в вигляді вітрила. У деяких випадках вона може мати вставний вал.

Фаршемішалки Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340 (рис. 1.2.) призначені для перемішування складових компонентів м'ясного чи овочевого фаршу.

Фаршемішалка складається із станини 2, корита 3, місильних гвинтів 4, кришки 5, привода 1 місильних гвинтів, привода 6 опрокидування корита і електрообладнання.

Станина представляє собою зварну раму, закриту із всіх сторін швидкозйомними облицювальними листами.

Корито для перемішування фаршу виконано із нержавіючої сталі. Всередині корита розташовані місильні гвинти із лопатями шнекового типу. Гвинти встановлені на конусах і жорстко закріплені стяжками.

Кришка виконана в вигляді решітки із нержавіючої сталі. Вона заблокована із електродвигуном привода гвинтів. При опрокидуванні кришки електродвигун вимикається.

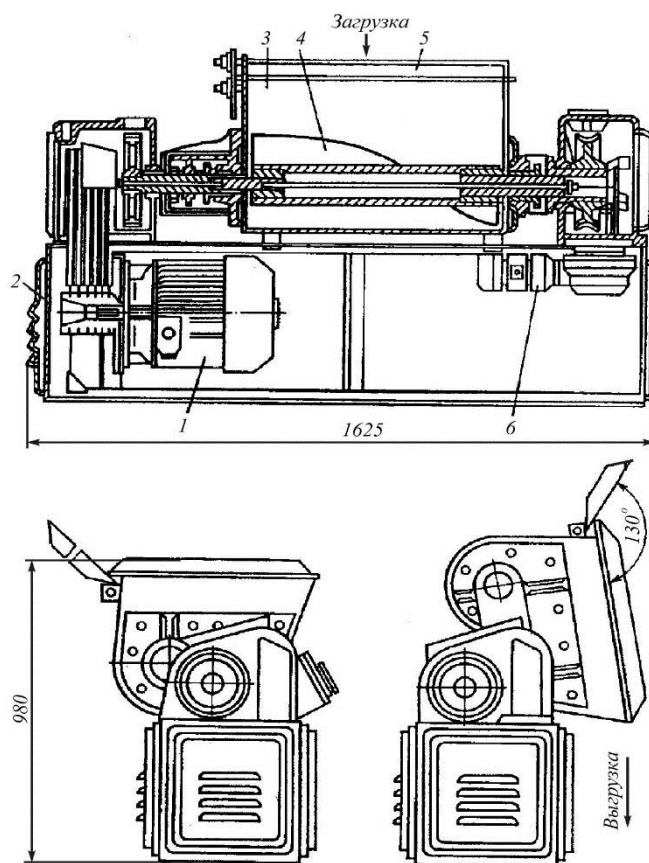


Рис. 1.2. – Фаршемішалка Л5-ФМ2-150

Фарш вручну завантажується в корито. Після цього кришка закривається і включається привід місильних гвинтів. По передбаченому технологічному процесу в певний момент часу через вікна кришки в корито завантажуються необхідні компоненти. Перемішування проводиться до рівномірного розподілення складових частин фаршу. Фарш вивантажується шляхом опрокидування корита.

Технічні характеристики фаршемішалок Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340 приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Технічні характеристики фаршемішалок Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340

Показатели	Л5-ФМ2-М-150	Л5-ФМ2-М-340
Производительность, кг/ч	500	2000
Вместимость корыта, л	150	340
Коэффициент загрузки	0,5...0,7	0,5...0,7
Продолжительность цикла, мин	3...5	3...5
Установленная мощность, кВт	3,0	5,5
Габаритные размеры, мм	1625×730×980	1980×910×1235
Масса, кг	466	980

Фаршемішалка ИПКС-019 призначена для перемішування м'ясного фаршу і інших подрібнених харчових продуктів.

Таблиця 1.2.

Технічні характеристики фаршемішалки ИПКС-019

Продуктивність, кг/год	300
Об'єм корита, л	80
Коефіцієнт заповнення, не більше	0.7
Частота обертання мішалки, об/хв	35
Встановлена потужність, кВт	0.8
Габаритні розміри, мм	1000x500x1000
Маса, кг	60

Особливості фаршемішалка ИПКС-019:

- всі деталі, що контактують з продуктом виконані із харчової нержавіючої сталі;
- має змішуючий орган лопатевого типу, що забезпечує рівномірне і ефективне перемішування;

- кришка фаршемішалки конструктивно закріплена на каркасі, виконана із оргскла і оснащена пристроєм блокування;
- має фіксує пріспіблення для утримання діжі в робочому положенні;
- вивантаження продукту здійснюється за рахунок опрокидування діжі над приймальною ємкістю.
- комплектується мотор-редуктором;
- випускається модифікація, що виготовлена повністю із нержавіючої сталі (модель ИСКП-019(Н)).

Фаршемішалка МЗ-8-150 (рис. 1.3.). Входить у комплект універсального приводу ПМ-1Д і складається із циліндричного корпусу, завантажувального бункера з запобіжною хрестовиною, розвантажувального пристрою, робочого вала з лопатями. Лопаті на робочому валу розташовані під кутом 30° , що забезпечує переміщення продукту по робочій камері до розвантажувального вікна.

Для зручності санітарної обробки торець робочої камери має кришку, на якій розташований сегментний розвантажувальний пристрій з рукояткою.

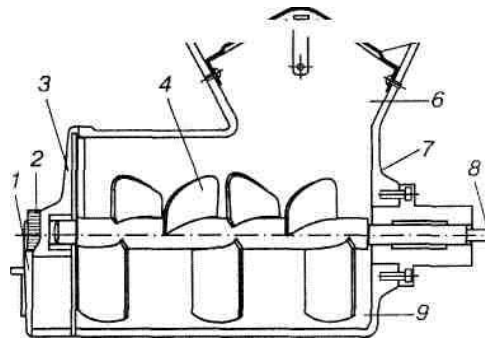


Рис. 1.3. - Фаршемішалка МЗ-8-150:

1 - заслінка; 2 - відкидний болт; 3 - кришка; 4 - лопать; 5 - захисна хрестовина; 6 - завантажувальна місткість; 7 - корпус; 8 - хвостовик; 9 – камера.

Принцип дії фаршемішалки марки МЗ-8-150. Рух робочому валу з лопатями передається від вихідного вала універсального приводу. Лопаті

рівномірно перемішують усі компоненти фаршу, насичують їх повітрям і переміщують фарш до розвантажувального вікна.

Правила експлуатації фаршемішалки марки МЗ-8-150. Перевіривши заземлення та справність пускової апаратури універсального приводу, корпус фаршемішалки надійно закріплюють у його горловині. Потім вставляють робочий вал, змастивши його кінці харчовим жиром, закріплюють кришку гвинтами, закривають заслінку розвантажувального вікна, перевіряють наявність запобіжної решітки та роботу фаршемішалки на холостому ходу. Надійність закріплення корпусу перевіряють погойдуванням його ліворуч і праворуч. Якщо для погойдування треба прикладати зусилля, то вал увійшов у зчеплення з приводом.

Фаршемішалку завантажують на ходу продуктом у кількості 7 кг. Недовантаження погіршує якість перемішування, а перевантаження призводить до викидання фаршу із робочої камери. Тривалість перемішування — 60 секунд. Триваліше перемішування погіршує якість фаршу, оскільки відшаровується жир. Не дозволяється працювати з машиною, яка не має запобіжної хрестовини. Забороняється проштовхувати фарш у робочу камеру руками та розвантажувати його руками за ввімкненої машини.

Фаршемішалки Л5-ФМ2-У-150, Л5-ФМ2-У-335 призначені для перемішування м'ясного фаршу до потрібної консистенції із всіма компонентами, передбаченими рецептурним і технологічним процесом виготовлення ковбасних виробів, а також салатів із овочів на підприємствах громадського харчування, консервних заводах.

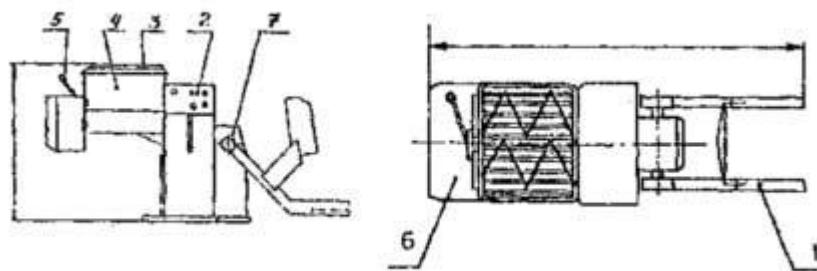


Рис. 1.4. - Загальний вигляд фаршемішалки Л5–ФМ2–У–150

1 – зрівноважуваний механізм; 2 – механізм керування; 3 – кришка; 4 – бункер для фаршу; 5 – ручка для вивантаження фаршу; 6 – захват; 7 – бункер для вивантаження фаршу. .

Фаршемішалка Л5–ФМ2–У–150 складається із станини, змішувального корита, приводу шнеків, механізму завантаження, вивантажувального люка і електрообладнання. Перемішування фаршу виконується змішувальними тисками в кориті, яке закрито захисною решіткою.

Процес завантаження і вивантаження фаршу механізований. Для забезпечення безпечної експлуатації передбачено блокування змішувальних шнеків при відкритій кришці і при знятті загородження на вивантажувальних люках.

Керування фаршемішалкою здійснюється одним робітником.

На фаршемішалці встановлені два асинхронних трифазних короткозамкнених електродвигуни.

Таблиця 1.3.

Технічні характеристики фаршемішалок Л5-ФМ2-У-150 і Л5-ФМ2-У-335

Параметри	Л5-ФМ2-У-150	Л5-ФМ2-У-335
Продуктивність, кг/год	1100	3200
Об'єм корита місильного, л	150	335
Встановлена потужність, кВт	4.5	7.0
Габаритні розміри (із механізмом завантаження), мм	2940x955x1330	3200x980x1375
Маса (із механізмом завантаження), кг	860	920

Особливості фаршемішалок Л5-ФМ2-У-150 і Л5-ФМ2-У-335:

- процес завантаження і вивантаження фаршу механізований;
- корито, в якому відбувається перемішування фаршу місильними шнеками, закрито решітчастою кришкою;

- для забезпечення умов безпечної роботи передбачене блокування місильних шнеків при відкритті кришки і при знятті огорожі на вивантажувальних люках;
- управління мішалкою здійснюється одним робітником-фаршескладальником із пульта.

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Фаршемішалка марки 25-ФМ6 складається із наступних основних збірних одиниць: станина із електродвигуном, привід, редуктор, місильне корито із двома місильними шнеками.

Станина зварена із кутників 64х64 і листів. До неї встановлений електродвигун марки АО2-51-6 М101 потужністю $N=5.5$ кВт з частотою обертання $n=16.17$ с-1 (970 об/хв). Станина кріпиться до фундаменту фундаментними болтами.

Привід складається із клинопасової передачі та циліндричної, прямозубої зубчастої передачі.

Редуктор уніфікований, включає дві циліндричні прямозубі передачі і складається з двох пар шестерень для передачі крутного моменту на другий місильний шнек.

Місильне корито являє собою ємкість в якій розміщені два місильні шнеки, які обертаються у різних напрямках – перший за годинниковою стрілкою, інший проти неї.

До станини і редуктора кріпиться місильне корито, всередині якого розташовані два шнеки 6.

Перемішування фаршу відбувається місильними шнеками в кориті, які закриті захисною решітчастою кришкою.

На правій торцевій стінці корита знаходяться люки, призначені для вивантаження фаршу.

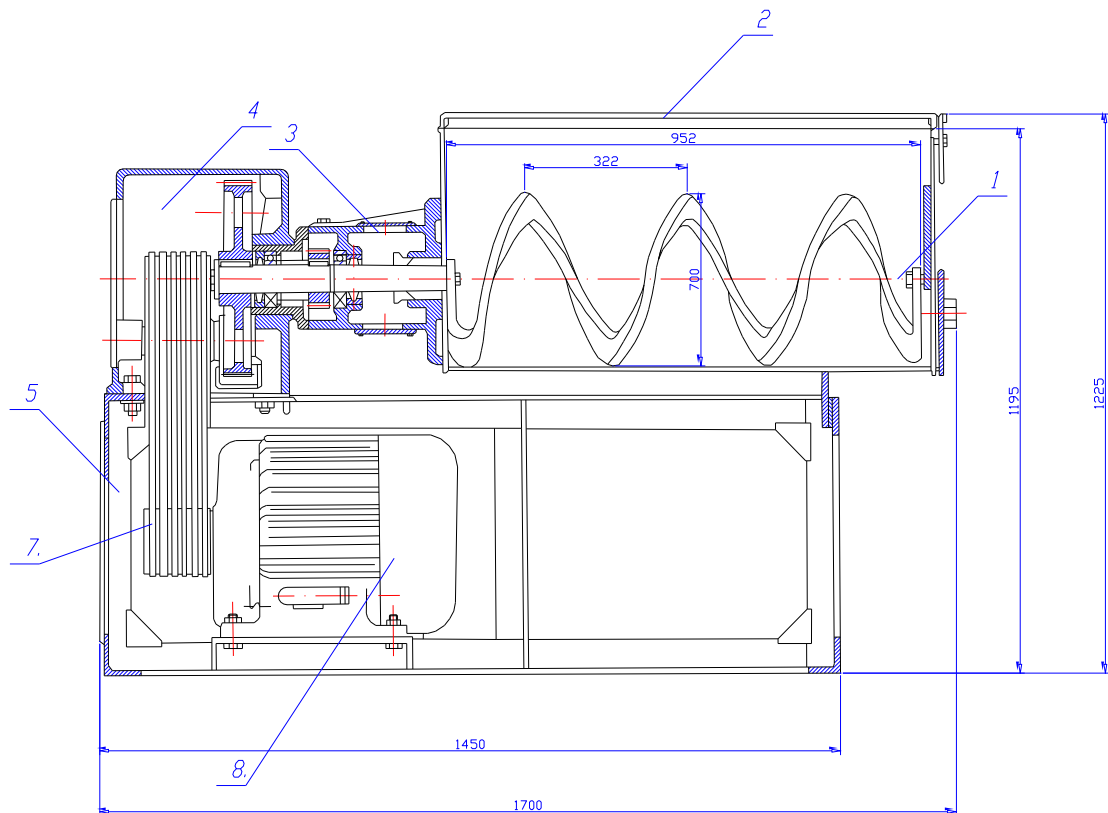


Рис. 1.5. - Загальний вигляд фаршемішалки марки 25-ФМ6

1.- корито місильне; 2.- кришка корита; 3.- редуктор; 4.- привід; 5.- корпус; 6.- місильні шнеки; 7.- клинопасова передача; 8.- електродвигун.

На фаршемішалці встановлені асинхронний трьохфазний коротко замкнутий електродвигун 8 привода місильних шнеків типу ЛО2-51-6, 380/220В, вик. М101.

Пускова і захисна амплітуда, сигнальна лампа розташовані в окремому електрошкафу, а кнопкова станція управління – на тумбі машини.

Електрична схема (див рис 1.7.) виконана для роботи від мережі 380/220В, напруги кіл управління 36В. При включенні автомата В1 загоряється сигнальна лампа Л, сигналізуючи про включення машини в мережу.

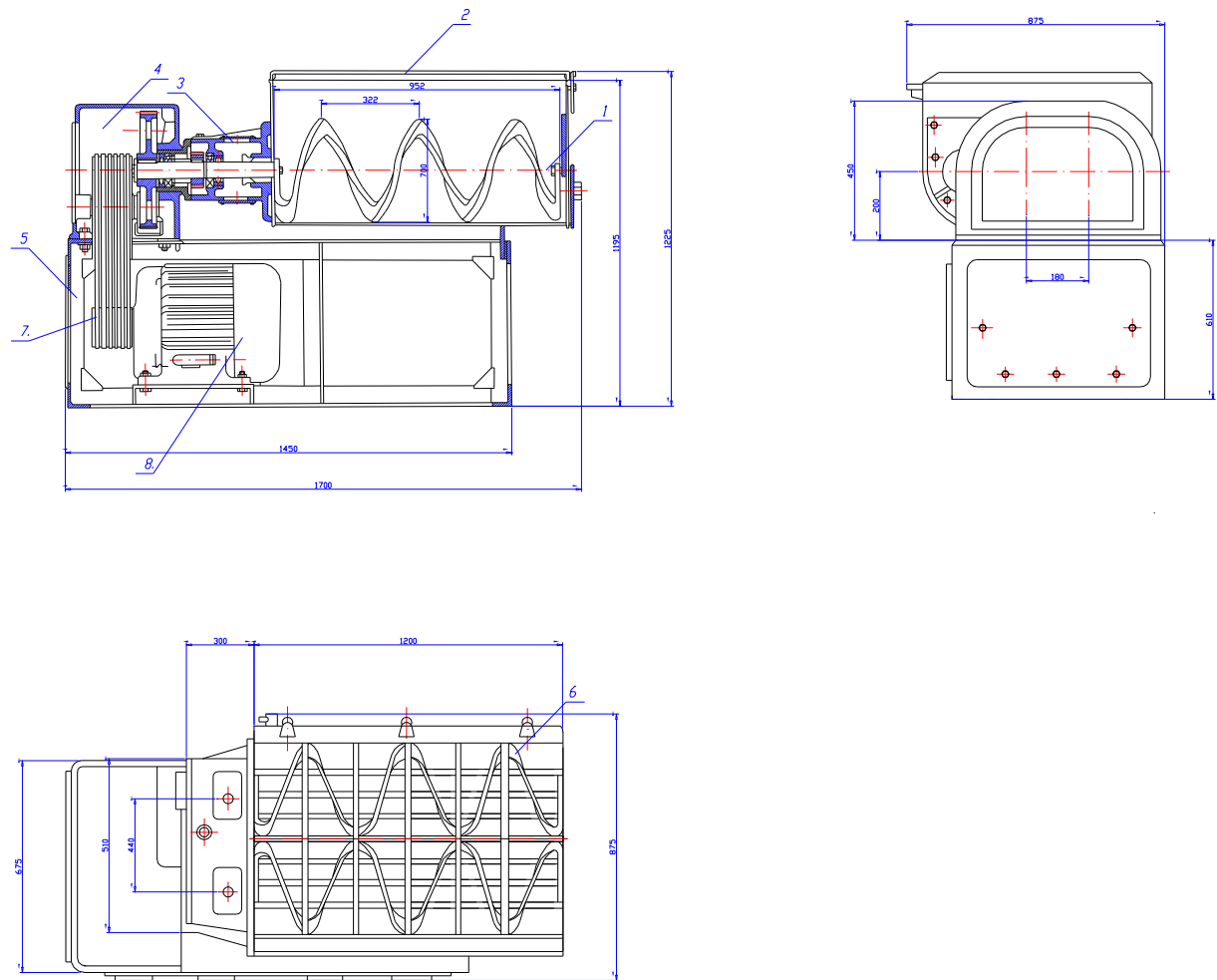


Рис. 1.6. - Фаршемішалка марки 25-ФМ6.

При натиску кнопки КН2 «вперед» спрацьовує магнітний пускач Р1, який своїми замикаючими (3) контактами Л1-С1; Л2-С2 включає електродвигун приводу місильних шнеків на праве обертання. При натиску кнопки КН3 «назад» спрацьовує магнітний пускач Р2, контакти Л1-С1; Л2-С3; Л3-С2 і включає шнеки на ліве обертання. Так здійснюється реверс місильних шнеків.

Блокування обертання місильних шнеків забезпечується кінцевим вимикачем В2, розташованим на боковій стінці корита. При підйомі кришки більше чим на 100мм замикаючий контакт кінцевого вимикача В2- розмикає коло живлення магнітного пускача, при цьому електродвигун М вимикається.

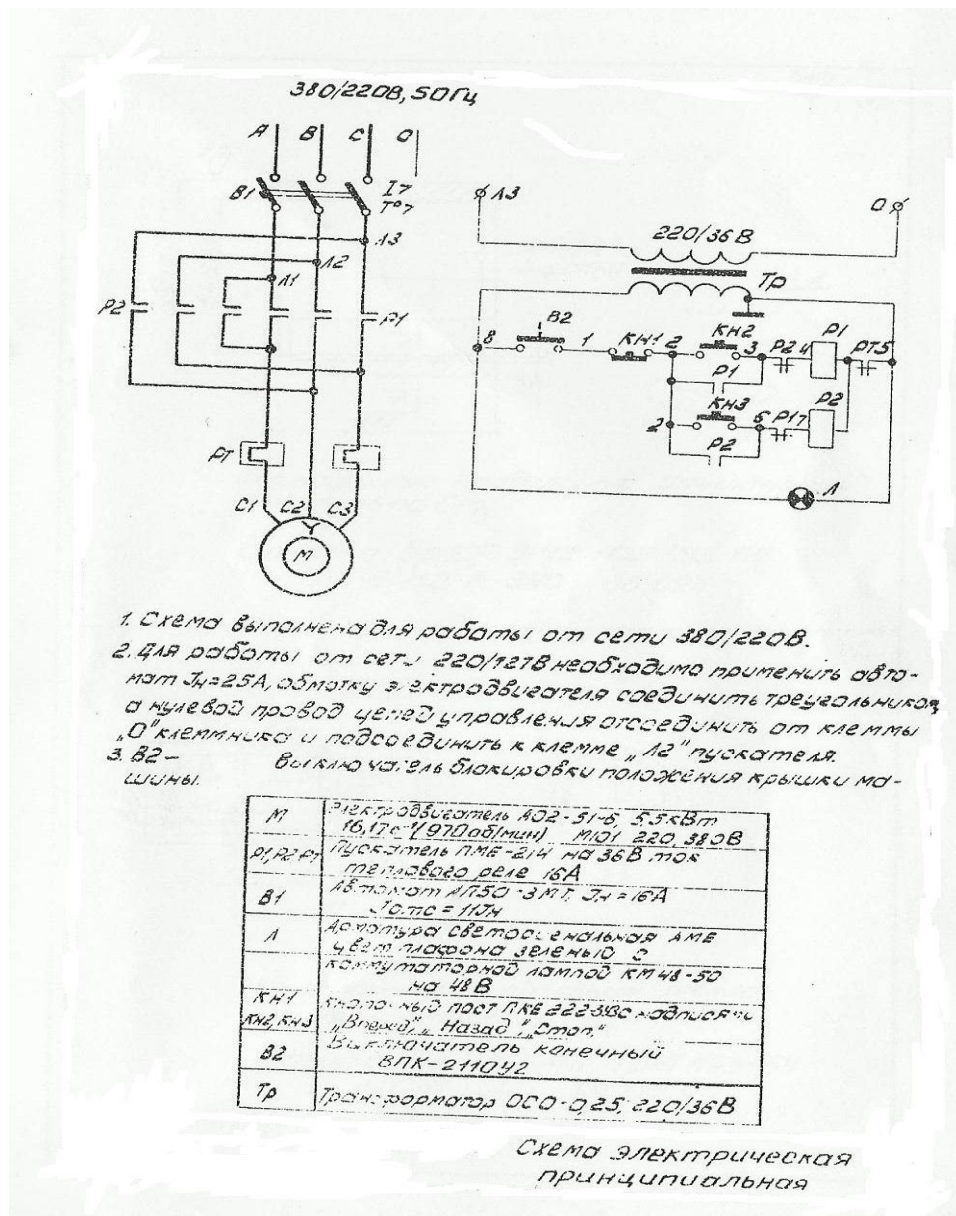


Рис. 1.7. - Электрична схема фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Зажими змонтовані в шкафу електроапаратури, що підлягають з'єднанню із однойменними зажимами на машині, виведені на клеми і замарковані. При установці машини необхідно з'єднати клему електрошкафа з відповідними зажимами клемної коробки, розташований всередині машини. Прокладку проводів від шкафа до машини рекомендується виконувати в трубах. Труби необхідно вводити в машину під корпусом.

На машині в електрошкафу передбачені болти заземлення, до яких необхідно надійно приєднати заземлюючі провідники. Опір заземлення між корпусом машини і контуром заземлення не повинно перевищувати 4 Ом.

Електрообладнання, розташоване на машині, захищене від попадання вологи. Однак, в процесі експлуатації необхідно уникати прямого попадання води на нього. При митті машини пульт необхідно закрити.

В процесі експлуатації періодично перевіряти стан контактів силового кола, стежити за станом ізоляції всіх кіл. Опір ізоляції кожної фази відносно корпусу при напрузі кожної фази відносно корпусу при напрузі мегометра 500В повинно бути не менше 0.5 МОм.

1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Метою даної роботи є: підвищення надійності та продуктивності роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6, підвищення продуктивності технологічної лінії для виготовлення м'ясних консервів, визначення впливу режимів роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6 на якість кінцевого продукту.

Фаршемішалка марки 25-ФМ6 використовується для перемішування м'ясного фаршу до потрібної консистенції із усіма компонентами, що передбачені рецептурою і технологічним процесом виготовлення м'ясних консервів. Підвищення надійності роботи фаршемішалки досягається завдяки заміні у вузлі приводу підшипників ковзання на підшипники кочення. Підвищення продуктивності роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6 досягається шляхом скорочення часу на завантаження і вивантаження фаршу завдяки використанню запропонованих завантажувального механізму і механізму вивантаження.

Для підвищення продуктивності технологічної лінії для виготовлення м'ясних консервів запропоноване технічне її переоснащення із заміною горизонтального автоклава періодичної дії на більш продуктивний пластинчастий стерилізатор безперервної дії.

Моделювання процесу перемішування має важливе значення тому, що в процесі перемішування відбувається формування смакових властивостей продукту. В нашому випадку такими продуктами є м'ясні фарші різних видів.

В загальному випадку від процесу перемішування очікуються такі результати:

- мінімальні затрати енергії;
- висока якість продукту;
- мінімальний час роботи;
- максимальна продуктивність та ін.

Для досягнення потрібних результатів необхідно насамперед створити математичну модель, що якомога точніше буде характеризувати даний процес.

В магістерській роботі розроблена математична модель для процесу перемішування у фаршемішалці марки 25-ФМ6 таких видів фаршу, як: яловичина вищий сорт, яловичина перший сорт, яловичина другий сорт, свинина напівжирна і свинина нежирна.

2. Методи та методика досліджень

2.1 Аналіз теоретичних і експериментальних методик і технічних рішень для здійснення досліджень, оцінки похибок експериментів

2.1.1 Застосування фізичного моделювання для опису процесів перемішування

Згідно існуючих гіпотез про механізм перемішування, математичний опис подається у вигляді залежностей між параметрами, що характеризують механічний рух частинок і факторами, що викликають їх переміщення. За таких умов одержують характеристики з енергетичних витрат, часу і якості перемішування. Перемішування так само, як подрібнювання і поділ, розглядають як випадковий процес, а математичну модель одержують на основі детермінованих факторів, що викликають зміну положення частинок у просторі з використанням ймовірних характеристик фізичних їх властивостей і положення у просторі.

Рівномірність розподілу компонентів при перемішуванні оцінюють середньоквадратичним відхиленням концентрацій компонентів для всіх елементарних об'ємів апарата від середньої (рівномірної) концентрації за всім об'ємом. Цю величину називають ще індексом перемішування. Він може служити також мірою інтенсивності процесу. Рівномірне перемішування компонентів у суворо заданому співвідношенні впливає на якісні і кількісні показники процесів харчових виробництв. При цьому чим більше розходження у властивостях компонентів, тим складніше отримати однорідну суміш. Досягнення рівноважного стану під час перемішування залежить від відносної рівноваги між процесами перемішування і поділу для кожної сукупності компонентів. Причому необхідний деякий мінімальний час перемішування τ_{min} , після якого стан системи не поліпшується [7].

2.1.2 Теорія подібності для опису процесу перемішування на фаршемішалці марки 25-ФМ6

Фізична модель має однакову природу з досліджуваним об'єктом і відтворює всі його властивості. Фізичні моделі базуються на теорії подібності різних об'єктів, при цьому подібними вони є, коли величини, що є для них ключовими, відрізняються на величину масштабу подібності.

Поширеними є методи досліджень аналізуванням рівностей та розмірностей, а також можливість встановлювати умови подібності та закономірності фізичного моделювання, використовуючи пряму і зворотну теорему подібності та π -теорему, на якій базується аналіз розмірностей. Таким чином, науковою основою фізичного моделювання є теорія подібності, яка швидко перетворилася в узагальнюючу науку.

2.2 Визначення похибки експериментальних даних

Одним із основних завдань математичної обробки результатів експерименту є визначення похибки окремих величин (дослідів) і оцінка дійсного значення величини, що вимірюється за отриманими даними.

При цьому переслідується мета – визначення відповідності результатів вимірювань (дослідів) і оцінка похибок, які пов'язані з похибками не тільки приладів, а й із відбором, підготовки проб і ряду інших операцій, що виконуються при експериментальних дослідженнях. В подальшому ці результати використовують для встановлення функціональної залежності на основі методу найменших квадратів, чи за допомогою кореляційного аналізу.

В найпростішому випадку задача оцінки якості експериментальних даних зводиться до статистичної обробки одномірних масивів експериментально отриманих випадкових значень X_i фізичної величини. При

цьому визначається оцінка середнього значення вибірки із n випадкових чисел

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_0) + X_0 \quad (1.5)$$

і дисперсія вибірки

$$S_{X_i}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2 \quad (1.6)$$

Рівняння (1.5) справедливе для найбільш поширених нормально розподілених випадкових чисел із невідомими середніми [8].

Окрім цих оцінок визначають:

а) емпіричний стандарт (середньоквадратичну похибку) окремого значення X_i :

$$S_{X_i} = \sqrt{S_{X_i}^2}; \quad (1.6)$$

б) емпіричний стандарт (середньоквадратичну похибку) середнього значення вибірки $\bar{X}$:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S_{X_i}}{\sqrt{n}} \quad (1.7)$$

В нашому випадку проведемо оцінку відхилень експериментальних від теоретичних даних за формулою:

$$X = \left| \frac{N_{теор} - N_{екс}}{N_{теор}} \right| \times 100\% \quad (1.8)$$

Дані згідно отриманих розрахунків подані в додатку Е.

3 Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення фаршемішалки марки 25-ФМ6

3.1 Аналіз структури фаршемішалки марки 25-ФМ6

3.1.1 Будова і принцип роботи шнеків фаршемішалки марки 25-ФМ6

В місильне корито 1 (див. графічна частина «Фаршемішалка марки 25-ФМ6») завантажується м'ясо, сіль, перець та інші рецептурні інгредієнти, що формують смак м'ясних консервів, після чого місильні шнеки обертаючись перемішують ці інгредієнти.

Місильні шнеки кріпляться до привідного вала болтами. Болти забезпечують надійне кріплення місильних шнеків 6 в середині місильного корита 1 при роботі фаршемішалки марки 25-ФМ6. Місильні шнеки виконані у вигляді спіралі, яка обертаючись забезпечує надійне перемішування компонентів.

Параметри місильних шнеків:

- товщина місильних шнеків $B=15\text{мм}$;
- зовнішній діаметр місильних шнеків $D=700\text{мм}$;
- внутрішній діаметр $d=440\text{мм}$;
- середній діаметр місильних шнеків $d_{cp}=570\text{мм}$;
- довжина місильних шнеків $L=952\text{мм}$;
- кут нахилу місильних шнеків $\alpha=60^\circ$;
- кількість витків місильних шнеків $n=3$;
- крок місильних шнеків $k=322\text{мм}$.

3.1.2 Будова і принцип роботи вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6

Вузол приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6 зображений на складальному кресленні. Він складається із циліндричної зубчастої передачі 4 та клинопасової передачі 7 (див. рис. 3.2). Клинопасова передача (див. рис.

3.1) складається із двох шнеків – веденого 1 і ведучого 3, а також із натягнутих між ними клиновими пасами 2. Ведучий шків – це шків який передає обертовий рух від двигуна до веденого шків. Ведений шків – це шків який отримує обертовий рух від ведучого шків і передає його далі по вал-шестерні 2 (див. рис 3.2.) , на якій встановлюється. Шків кріплять до валів за допомогою шпонкового з'єднання.

Зубчата передача складається із зубчатого колеса 1 та вал-шестерні 2 (див. рис 3.2.) . Від вал-шестерні 2 обертовий рух передається на зубчате колесо 1, а з нього до редуктора. Підвищення надійності конструкції досягається шляхом заміни підшипників ковзання на які встановлена вал-шестерня 2 на підшипники кочення.

Загальне передаточне число приводу $i=16$.

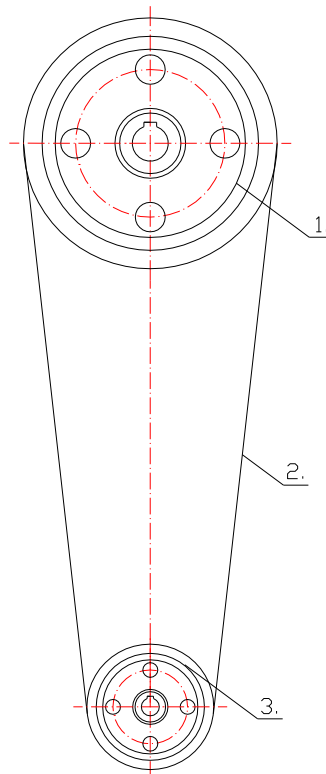
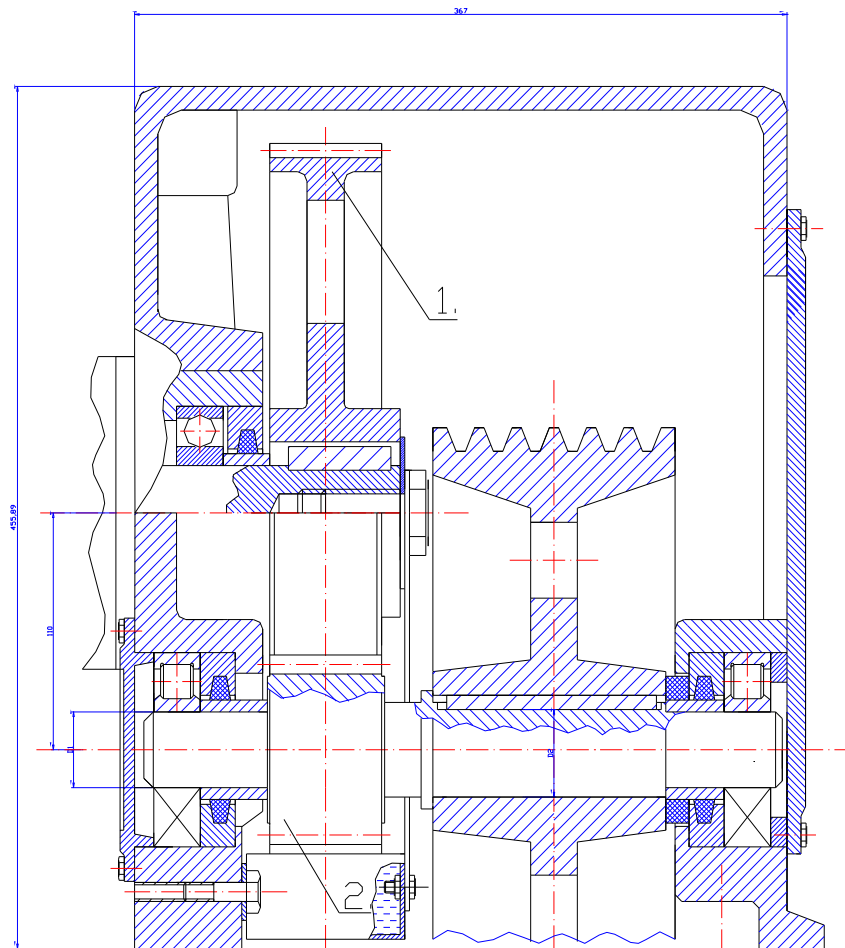


Рис. 3.1. - Клинопасова передача: 1. -ведений шків; 2. –клинопасовий пас; 3. - ведучий шків.



Риунок 3.2 - Вузол приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6: 1.-зубчасте колесо; 2.-вал-шестерня.

3.1.3 Будова і принцип роботи циліндричного редуктора фаршемішалки марки 25-ФМ6

Циліндричний редуктор з зображений на складальному кресленні фаршемішалки марки 25-ФМ6 (див. графічна частина, «Фаршемішалка марки 25-ФМ6»). Він призначений для передачі обертового руху на другий місильний шнек 6. Цей редуктор складається із корпусу, ущільнень, двох пар шестерень, які встановлені по черзі на підшипники кочення, що дозволяє отримати обертовий рух місильних шнеків у різні сторони. Одна пара шестерень є меншою ніж інша, це обумовлено тим, що шнеки повинні обертатися з однаковою частотою.

Змащування проводиться за допомогою суміші мастил «УС-1» і «С».

3.2 Постановка задачі пошуку нових технічних вирішень для модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис схем технічних вирішень

В результаті аналізу структури і будови фаршемішалки марки 25-ФМ6 було виявлено такі недоліки як: порівняно велика витрата змащувальних матеріалів, часті ремонти, через зношення підшипників ковзання, порівняно не висока надійність. Отже можна зробити висновок, що основним недоліком структури фаршемішалки марки 25-ФМ6 є використання підшипників ковзання в вузлі приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6. Таким чином для підвищення надійності роботи і модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6 можна провести заміну підшипників ковзання на підшипники кочення в вузлі приводу.

Для проведення такої заміни насамперед необхідно провести технологічний і кінематичний розрахунок фаршемішалки марки 25-ФМ6. Далі потрібно провести конструкторські розрахунки, які включають в себе: конструктивні розрахунки вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6, розрахунок клинопасової передачі фаршемішалки марки 25-ФМ6, розрахунок і конструювання деталей вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6, розрахунок конструктивних параметрів привідної вал-шестерні вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6, розрахунок на міцність привідної вал-шестерні вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6, розрахунок шпонкового з'єднання, підбір підшипників кочення і розрахунок їх довговічності, розрахунок технологічності і економічності модернізованого вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6 (визначення критеріїв надійності) та визначення технічних вимог (допуски та посадки на деталі вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6, визначення відхилення форми

деталей вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6, визначення шорсткості поверхонь деталей вузла приводу фаршемішалки).

3.2.1 Технологічний розрахунок фаршемішалки марки 25-ФМ6

В технологічний розрахунок фаршемішалки марки 25-ФМ6 входять:

- визначення продуктивності фаршемішалки марки 25-ФМ6;
- визначення потужності двигуна фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Продуктивність (розрахункова) фаршемішалки марки 25-ФМ6 періодичної дії визначається за формулою [9]:

$$G = \frac{V \times \rho \times \varphi}{\tau_z + \tau_d}, \text{ кг/с}$$

$$G = \frac{0.335 \times 1880 \times 0.5}{300 + 150} = 0.7 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 2519.2 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Продуктивність технічна $G_T = 2500$ кг/год

Потужність електродвигуна в фаршемішалках визначається за формулою:

$$w_{дв} = \frac{z \cdot P \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт}$$

Опір, що сприймається одним шнеком визначаємо за формулою:

$$P = \sigma \cdot S, \text{ Н}$$

Питомий опір σ визначається за формулою:

$$\sigma = \sigma_0 + a \cdot v, \text{ Н/м}^2.$$

Фаршемішалка марки 25-ФМ6 має два однакових робочих органа – місильні шнеки спірального типу. Частота обертання місильних шнеків $n = 58$ об/хв. Тоді

$$w = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3.14 \cdot 58}{30} = 6.1 \frac{1}{\text{с}}$$

Лінійна швидкість руху робочих органів:

$$v = w \cdot R,$$

де R – радіус спіралі (R=285мм), тоді

$$v = 6.1 \cdot 0.285 = 1.7 \text{ м/с.}$$

Лобова поверхня спіралі місильного шнека:

$$F = S_1 \cdot S_2 = \pi \cdot (R_1^2 - R_2^2) = 3.14 \cdot (0.350^2 - 0.220^2) = 0.2, \text{ м}^2.$$

Повну лобову поверхню місильного шнеку у фаршемішалці марки 25-ФМ6 визначаємо із виразу:

$$S = n \cdot F, \text{ м}^2$$

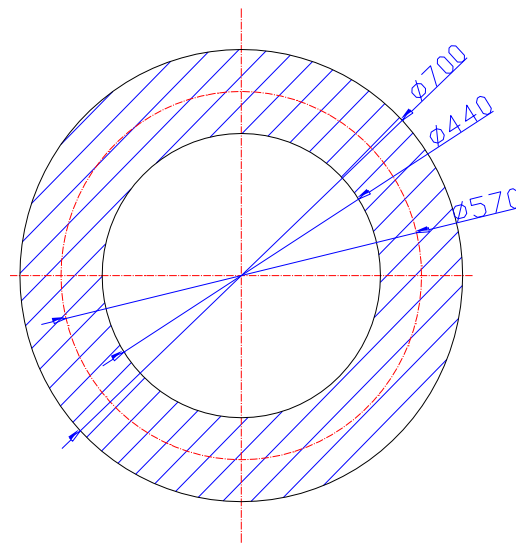


Рис. 3.3.- Переріз спіралі місильних шнеків.

$$S = 3 \cdot 0.2 = 0.6 \text{ м}^2$$

Опір, що сприймається одним місильним шнеком:

$$P = (\sigma_0 + a \cdot v) \cdot S = (4000 + 3000 \cdot 0.7) \cdot 0.2 = 1820 \text{ Н}$$

Отже потужність електродвигуна:

$$w_{\text{дв}} = \frac{z \cdot P \cdot v}{1000 \cdot \eta} = \frac{2 \cdot 1820 \cdot 1.7}{1000 \cdot 0.7} = 5.2, \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун з потужністю на валу $w_{\text{дв}}=5.5\text{кВт}$, марки АО2-51-6 М101. Частота обертання вала $n=970$ об/хв.

3.2.2 Кінематичний розрахунок фаршемішалки марки 25-ФМ6

Принципальна кінематична схема подана на рисунку 3.4.

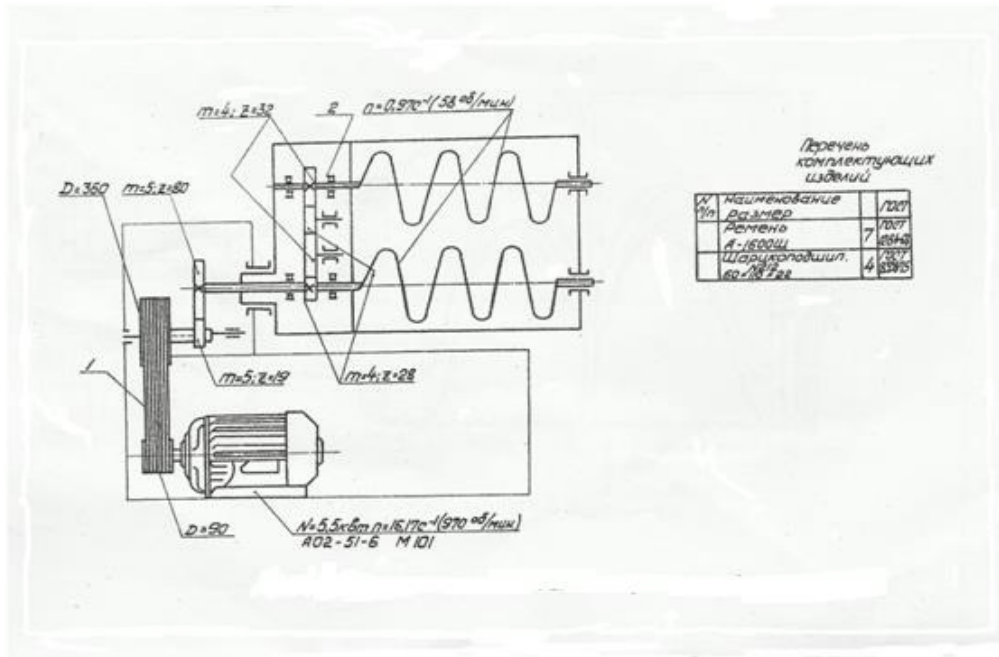


Рис. 3.4.- Кінематична схема фаршемішалки марки 25-ФМ6

Передаточне число привода визначається за формулою [12]

$$i = \frac{w_{\text{дв}}}{w_{\text{ш}}}$$

$$i = \frac{16.17}{0.97} = 16.67$$

Передаточне число привода [12]

$$u_{\text{np}} = \frac{D}{d} = \frac{400}{95} = 4.21 \approx 4.2$$

Передаточне число клинопасової передачі [12]

$$u_{\text{кл}} = \frac{i}{u_{\text{np}}} = \frac{16.67}{4.21} = 3.959 \approx 4$$

3.2.3 Розрахунок і підбір муфти приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6

Розрахуємо запобіжну фрикційну дискову муфту для з'єднання валів діаметром $d=40\text{мм}$, передаточний номінальний момент [12] $T_H=P/w=5.5 \times 1000/16.17=340\text{ Нм}$, частота обертання $n=970\text{ об/хв.}$

По таблицям [12] знаходимо зовнішній діаметр муфти $D=205\text{ мм}$.
Приймаємо коефіцієнт запасу щеплення $\beta=1.25$.

Розрахунковий момент [12]

$$T_p = \beta T_H = 340 \cdot 1.25 = 425\text{ Н} \cdot \text{м}$$

Диски сталеві, ведучі – з азбестовими обкладками; коефіцієнт тертя $f = 0.3$; $[p] \leq 0.25\text{ МПа}$.

Діаметри кільця тертя [12]:

- зовнішній $D_1=(3.5 \div 4)d=(3.5 \div 4) \cdot 40=140 \div 160\text{ мм}$; приймаємо $D_1=150\text{ мм}$;

- внутрішній $D_2=2.5d=2.5 \cdot 40=100\text{ мм}$.

Приведений радіус кільця тертя [12]:

$$R = \frac{D_1^3 - D_2^3}{3(D_1^2 - D_2^2)} = \frac{150^3 - 100^3}{3(150^2 - 100^2)} = 63.5\text{ мм}$$

Допустима осьова сила [12]:

$$[F_a] = [p] \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) = \frac{0.25 \cdot 3.14 (150^2 - 100^2)}{4} = 2460\text{ Н}$$

Число пар тертя

$$z = \frac{T_p}{f \cdot F_a \cdot R} = \frac{425 \times 10^3}{0.3 \cdot 2460 \cdot 63.5} = 9.068$$

Округляємо до парного числа $z=10$

Число дисків:

- ведучих $z_1=z/2=5$;

- ведених $z_2=z_1+1=6$.

Уточняємо

$$F_a = \frac{T_p}{f \cdot z \cdot R} = \frac{425 \cdot 10^3}{0.3 \cdot 6 \cdot 63.5} = 2230.97$$

Умова $F_a \leq [F_a]$ виконується.

3.2.4 Конструктивні розрахунки вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6

Передаточне число циліндричної передачі

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{n_1}{n_2} = 4.2$$

Міжосьова відстань

$$a_w = \frac{d_{cp1} + d_{cp2}}{2} = \frac{95 + 400}{2} = 247.5 \text{ мм}$$

Модуль зубчатого зачеплення

$$m = a_w (0.01 \div 0.02) = 2.475 \div 4.95$$

Округляємо до $m=5$

Сумарна кількість зубів

$$z_{\Sigma} = \frac{2 \cdot a_w}{m_t} = \frac{2 \cdot 247.5}{5} = 99$$

Визначаємо число зубів вал-шестерні 2 і зубчатого колеса 1.

(див. рис 3.5)

$$z_1 = \frac{z_{\Sigma}}{u + 1} = \frac{247.5}{4.2 + 1} = 19$$

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 99 - 19 = 80$$

Уточняємо міжосьову віддаль

$$a_w = 0.5(z_1 + z_2) \cdot m_t = 247.5$$

Визначимо діаметри вал-шестерні 2 і зубчатого колеса 1

$$d_1 = m \cdot z_1 = 5 \cdot 19 = 95 \text{ мм}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 5 \cdot 80 = 400 \text{ мм}$$

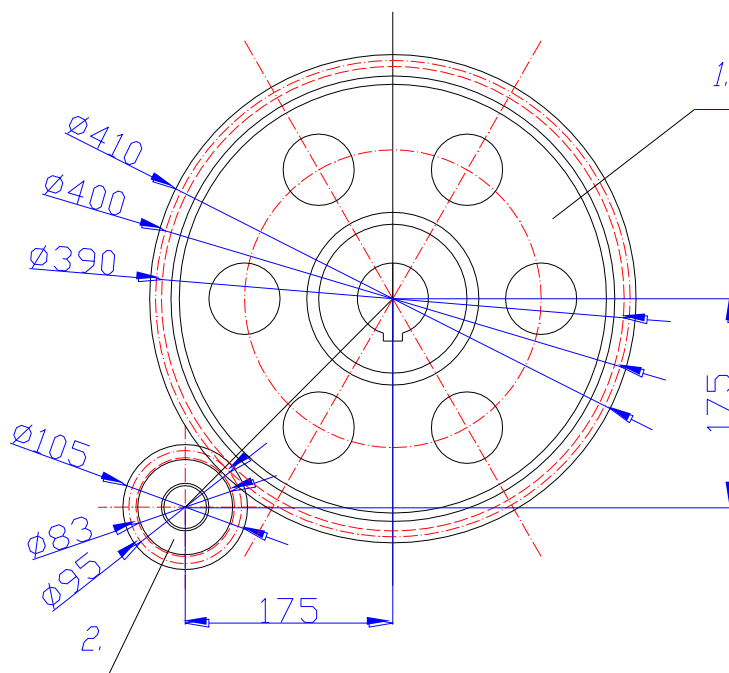


Рис. 3.5.- Вузол приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6: 1.-зубчасте колесо;
2.-вал-шестерня.

Діаметр окружності вершин зубів

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 105 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 410 \text{ мм}$$

Діаметр окружності впадин зубів

$$d_{f1} = d_1 - 2.5 \cdot m = 95 - 12.5 = 82.5 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2.5 \cdot m = 400 - 12.5 = 387.5 \text{ мм}$$

3.2.5 Розрахунок клинопасової передачі фаршемішалки марки 25-ФМ6

Для визначення сил які діють на вал необхідно розрахувати навантаження з боку веденого шківів.

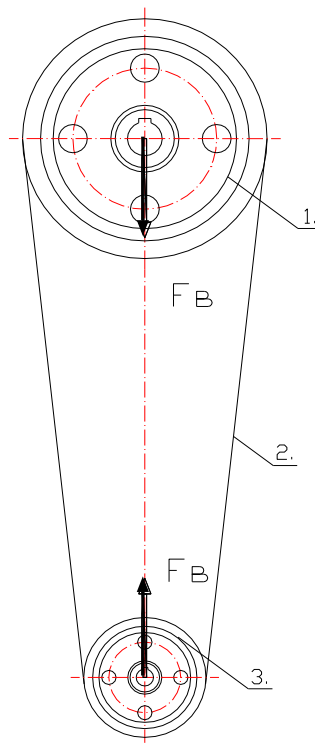


Рис. 3.6.- Клинопасова передача: 1. -ведений шків; 2. –клинопасовий пас; 3. - ведучий шків.

Сила, що діє на вали визначається за формулою [12], Н:

$$F_{\epsilon} = 2 \cdot F_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}.$$

$$F_o = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot v \cdot C_{\alpha}} + \theta \cdot v^2$$

Необхідне для передачі даної потужності число пасів [12]:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_o \cdot C_L \cdot C_{\alpha} \cdot C_z}$$

$$z = \frac{5.5 \cdot 1.2}{1.08 \cdot 1.09 \cdot 0.95 \cdot 0.85} = 6.94$$

Приймаємо $z=7$.

Швидкість руху v [12]:

$$v = 0.5 \cdot d_1 \cdot w_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.09 \cdot 970}{60} = 4.5687 \text{ м/с}$$

Кут обхвату меншого шківа

$$\alpha = 180 - 60 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60 \frac{360 - 90}{900} = 163.3$$

Попереднє напруження віток клинового пасу.

$$F_0 = \frac{850 \cdot 5.5 \cdot 1.2 \cdot 1.09}{7 \cdot 4.6 \cdot 0.95} + 0.1 \cdot (4.6)^2 = 202$$

Сила, що діє на вали

$$F_{\epsilon} = 2 \cdot 202 \cdot 7 \cdot \sin \frac{163.3}{2} = 2571.5 H \approx 2.6 кН$$

3.2.6 Розрахунок навантаження на шнеки фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Фаршемішалка марки 25-ФМ6 має два однакових робочих органи спірального типу. Частота обертання місильних шнеків $n=58$ об/хв. Тоді

$$w = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3.14 \cdot 58}{30} = 6.1 \frac{1}{c}$$

Лінійна швидкість руху робочих органів:

$$v = w \cdot R$$

$$v = 6.1 \cdot 0.285 = 1.7 \frac{M}{c}$$

Лобова поверхня спіралі:

$$F = S_1 - S_2 = \pi(R_1^2 - R_2^2) = 3.14(0.350^2 - 0.220^2) = 0.2 M^2$$

Повна лобова поверхня робочого органу у фаршемішалці визначаємо за формулою:

$$S = n \cdot F$$

$$S = 3 \cdot 0.2 = 0.6 M^2$$

Опір, що сприймається одним шнеком:

$$P = (\sigma_0 + a \cdot v)S = (4000 + 3000 \cdot 1.7) \cdot 0.2 = 1820 H$$

3.2.7 Розрахунок і конструювання деталей вузла приводу фаршемішалки 25-ФМ6

В процесі експлуатації вали передач витримують деформації від дії зовнішніх сил, мас самих валів і насаджених на них деталей. Проте в типових передаточних механізмах, що розробляються в курсових проектах, маси валів і деталей, що насажені на них, порівняно невеликі, тому їх впливом зазвичай нехтують, обмежуючись аналізом і врахуванням зовнішніх сил, що виникають в процесі роботи. Схема розрахунку сил, що діють на вал-шестерню в зубчастому зачепленні представлений на рисунку 3.7.

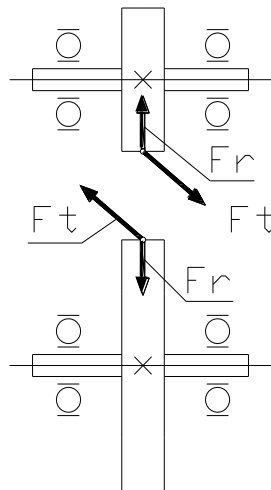


Рис. 3.7.- Схема прикладання сил в зубчастому зачепленні.

В циліндричній прямозубій передачі силу в зачепленні одної пари зубів розкладають на дві взаємно перпендикулярні складові [12]:

- окружна сила $F_t = \frac{P}{v}$

- радіальну силу $F_r = F_t \cdot \tan \alpha$

Тут F_t і F_r – в Н; P – потужність, що передається, Вт; v – кругова швидкість, м/с; α – кут зачеплення.

Швидкість окружна визначимо за формулою: $v = \frac{\pi d_2 n_2}{60}$

Частота обертання знайдемо із співвідношення оскільки частота обертання веденого шківів рівна частоті обертання шестерні, а частота веденого шківів пропорційна частоті обертання ведучого шківів.

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}. \text{ Звідси } n_2 = \frac{90 \cdot 970}{360} = 242.5 \text{ об/хв.}$$

Для шестерні, що встановлена на привідному валу.

$$v = \frac{3.14 \cdot 0.105 \cdot 242.5}{60} = 1.35 \text{ м/с}$$

$$F_t = \frac{5.5 \cdot 1000}{1.35} = 4074 \text{ Н}$$

$$F_r = 4074 \cdot \operatorname{tg} 20 = 9114.19 \text{ Н}$$

Для шківів, що встановлений на привідному валу.

$$v_{uu} = \frac{3.14 \cdot 0.36 \cdot 242.5}{60} = 4.5687 \text{ м/с}$$

$$F_{tuu} = \frac{5.5 \cdot 1000}{4.5687} = 1203.84 \text{ Н}$$

$$F_{ruu} = 1203.84 \cdot \operatorname{tg} 20 = 2693.18 \text{ Н}$$

Визначимо реакції опор привідного вала [12]. В площині хz

$$R_{t1} = \frac{1}{338} (F_t \cdot 92.5 + F_{tuu} \cdot 207.5) = 1114.926 + 739 = 1853.97 \text{ Н}$$

$$R_{t2} = \frac{1}{338} (F_t \cdot 245.5 + F_{tuu} \cdot 130.5) = 2959.1 + 464.8 = 3423.9 \text{ Н}$$

Проведемо перевірку $R_{t1} + R_{t2} = F_t + F_{tuu}$

$$1853.97 + 3423.9 = 4074 + 1203.84$$

$$5277.866 = 5277.84$$

В площині yz

$$R_{r1} = \frac{1}{338} (F_{ruu} \cdot 207.5 + F_r \cdot 92.5) = 4147.63 \text{ Н}$$

$$R_{r2} = \frac{1}{338} (F_{ruu} \cdot 130.5 + F_r \cdot 245.5) = 7659.742 \text{ Н}$$

Зробимо перевірку $R_{r1} + R_{r2} = F_{ruu} + F_r$

$$4147.63 + 7659.742 = 2693.18 + 9114.19$$

$$11807.372 = 11807.37$$

Реакції опор

$$P_1 = \sqrt{R_{t1}^2 + R_{r1}^2} = 4543.132 \text{ Н}$$

$$P_2 = \sqrt{R_{t2}^2 + R_{r2}^2} = 8390.157 \text{ Н}$$

Розрахункова схема ведучого вала-шестерні представлена на рис. 3.8.

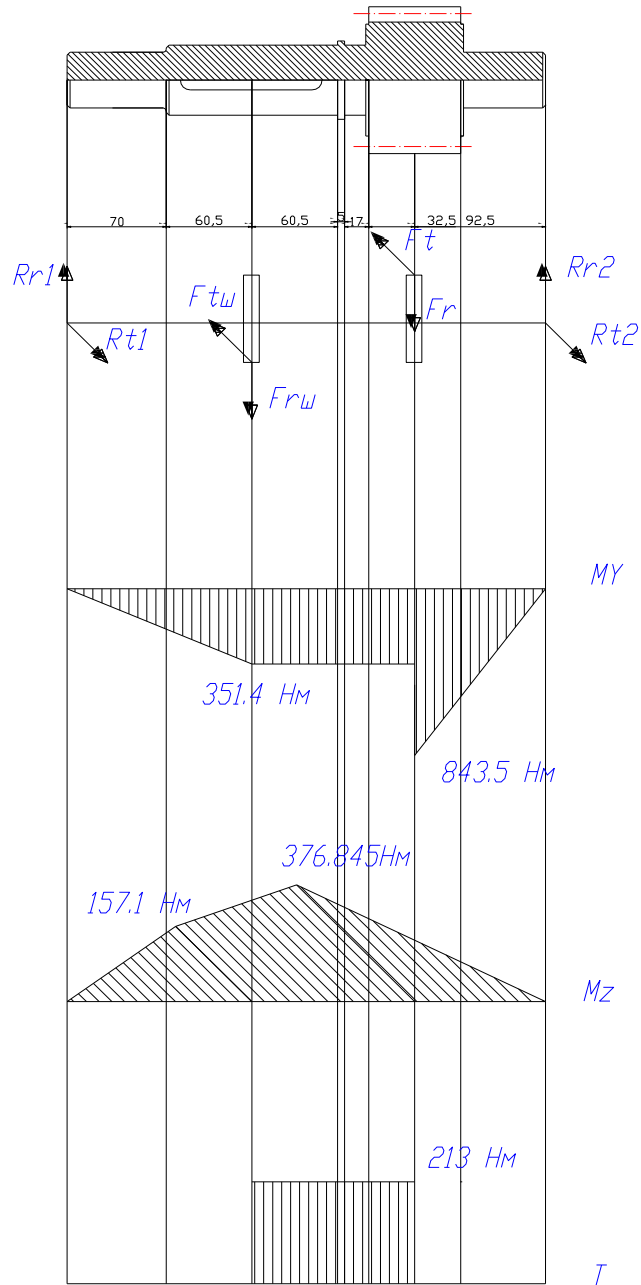


Рис. 3.8.- Розрахункова схема вал-шестерні.

3.2.8 Розрахунок конструктивних параметрів привідної вал-шестерні вузла приводу фаршемішалки 25-ФМ6

Проектний розрахунок вала почнемо зі встановлення геометричних параметрів вихідної частини з умови чистого кручення при пониженому допустимому напруженні без врахування впливу згину [12].

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau_k]}}$$

$$\text{Крутний момент } T = F_t \cdot \frac{d}{2} = 4.074 \cdot \frac{105}{2} = 213.885 \text{ кН} \cdot \text{мм}$$

$$\text{Звідси } d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 213.885}{3.14 \cdot 18}} = 39.26 \text{ мм}$$

Отриманий результат округляємо до найближчого більшого значення із стандартного ряду $d=40\text{мм}$ [12].

3.2.9 Розрахунок на міцність привідної вал-шестерні вузла приводу фаршемішалки 25-ФМ6

Намітивши конструкцію вала-шестерні, встановивши основні розміри, виконуємо уточнений перевірочний розрахунок, що оснований на визначенні коефіцієнта запасу міцності s в небезпечних перерізах [12]:

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}}$$

Розрахункове значення повинне бути не нижче допустимого $[s]=2.5$.

s_σ – коефіцієнт запасу міцності за нормальним напруженням.

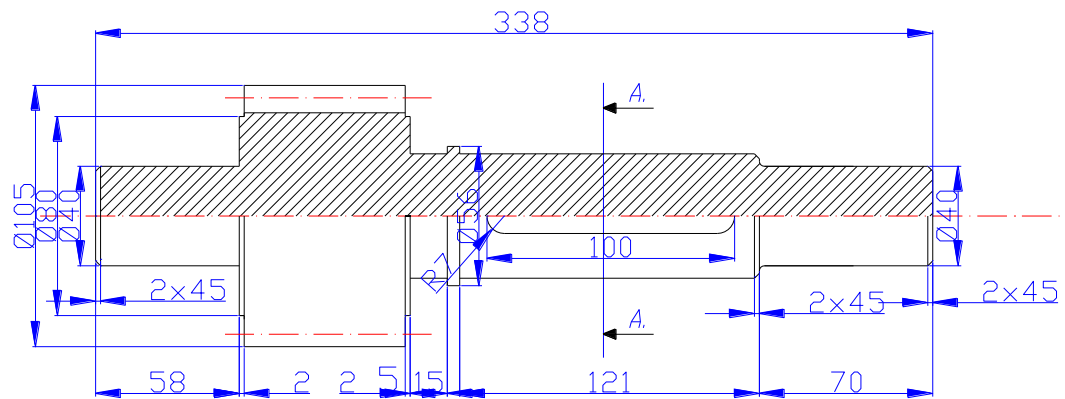


Рис. 3.9.- Конструкція вал-шестерні.

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \beta} \sigma_v + \psi_{\sigma} \sigma_m}$$

$$s_{\sigma} = \frac{301}{\frac{1.85 \cdot 87}{0.85 \cdot 0.95} + 0} = 3.46$$

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \beta} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} \quad - \text{ коефіцієнт запасу міцності по дотичним}$$

напруженням,

решта позначень в формулі мають такий ж сенс, як і в попередній формулі, з тою різницею, що вони відносяться до напруженням кручення. Значення $\varepsilon_{\tau} = 0.77$ [12, ст.166]; $k_{\tau} = 1.53$ [12, ст.163]; $\tau_v = \tau_m = 0.5 \cdot T/W_k = 8.1793$; $\psi_{\tau} = 0.1$;

$$s_{\tau} = \frac{174.58}{\frac{1.53 \cdot 8.1793}{0.77 \cdot 0.95} + 0.1 \cdot 8.1793} = 9.7$$

$$s = \frac{3.46 \cdot 9.7}{\sqrt{3.46^2 - 9.7^2}} = 3.16$$

Звідси $[s] \leq s$, умова виконується.

3.3 Обґрунтування, основний зміст і опис модернізації фаршемішалки марки 25-ФМ6

Аналіз сучасного стану транспортних зв'язків і технічних засобів для виконання вантажно-розвантажувальних робіт дозволяє знаходити великі резерви підвищення продуктивності праці на підприємствах харчової промисловості.

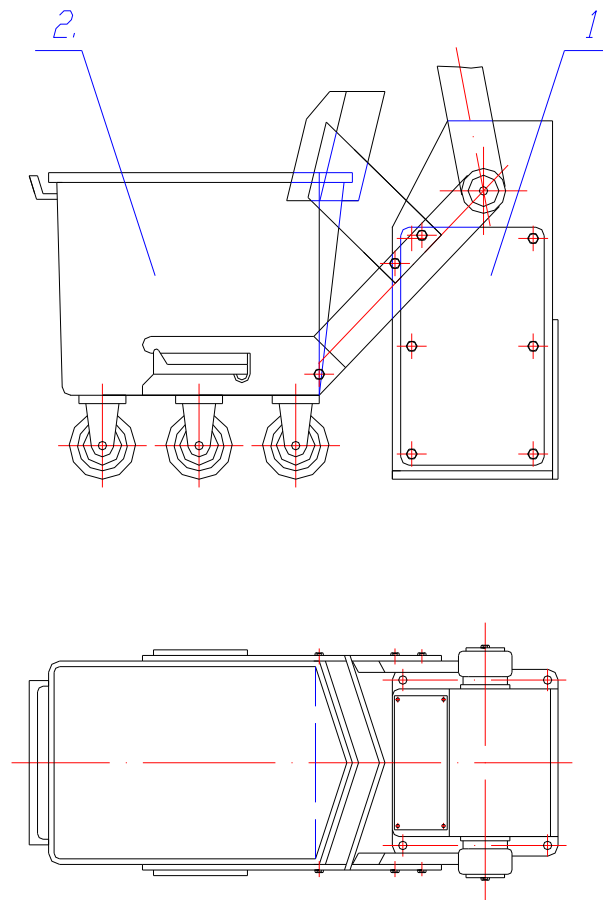


Рис. 3.10.- Механізм завантаження: 1.- завантажувальний механізм; 2.-візок із сировиною (м'ясо).

Забезпечення високих результатів при виробництві харчових продуктів можливе тільки на базі використання в промисловості сучасних досягнень науки і техніки.

Для вирішення цієї задачі необхідна інтенсифікація процесів, створення нових більш досконалих конструкцій апаратів і машин, повна

механізація і автоматизація виробництва. В даному курсовому проекті представлений один із варіантів механізації завантажувально-розвантажувальних робіт при експлуатації фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Для проведення операції завантаження сировини в фаршемішалку можливе використання завантажувального механізму, який поданий на рисунку 3.10.

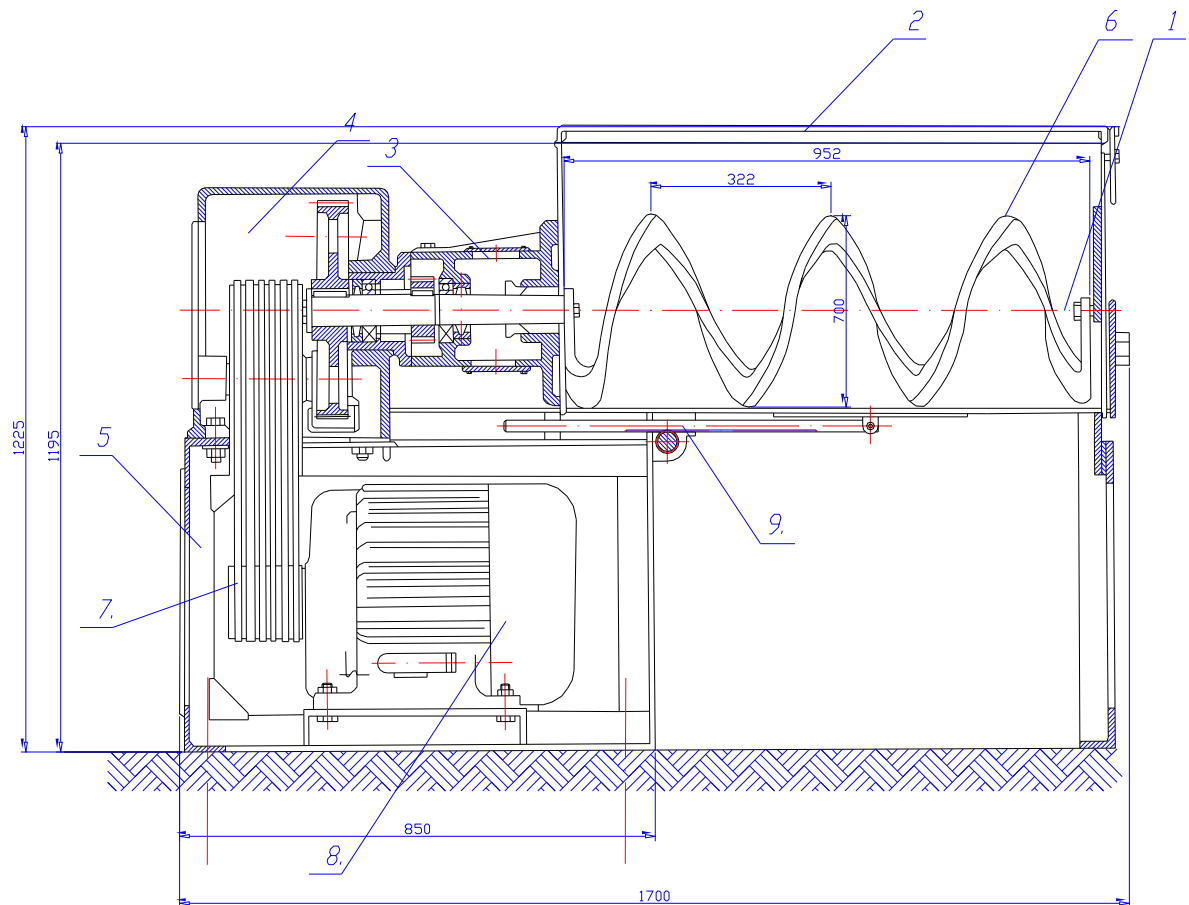


Рис. 3.11.- Фаршемішалка марки 25-ФМ6 із механізмом вивантаження: 1. – місильне корито; 2. – кришка місильного корита; 3. – передаточний механізм; 4. – привід; 5. – тумба; 6. – місильний шнек; 7. – клинопасова передача; 8. – електродвигун; 9. – механізм вивантаження.

Завантажувальний механізм складається із корпусу, електродвигуна, клинопасової передачі, двох черв'ячних передач, вузла рукавів та датчиків зупинки роботи механізму завантаження.

Корпус механізму завантаження виготовлений із сірого чавуна. Товщина стінок корпусу 10 мм. Електродвигун кріпиться в нижній частині корпусу болтами. Обертотворчий момент від електродвигуна передається за допомогою клинопасової передачі на дві послідовно встановлені черв'ячні передачі, які зменшують частоту обертання рукавів завантажувального механізму. До рукавів завантажувального механізму кріпляться ботами захватні пристрої конструкція яких залежить від габаритів і конструкції візка із сировиною.

Розвантажувальний механізм монтується під місильним коритом фаршемішалки марки 25-ФМ6. Він складається із рейкової передачі, яка приводиться в рух обертанням ричала вручну. При обертанні зубчастого колеса рейкової передачі за часовою стрілкою рейка приводить в поступальний рух кришку люка, яка щільно прилягає до поверхні місильного корита. В результаті обертання шнеків фарш подається до люка і вивантажується через нього в лоток чи посудину. При вивантаженні фаршу шнеки не припиняються обертатися, але для повного вивантаження необхідно буде провести реверс двигуна, щоб вивантажити фарш із іншої частини корита.

3.3 Кінематичний розрахунок завантажувального механізму.

Принципова кінематична схема завантажувального механізму подана на рисунку 3.13.

Передаточне число клинопасової передачі [12 , ст.368].

$$u_{кл} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{90}{90} = 1$$

Передаточне число першої черв'ячної передачі [12 , ст. 54]:

$$u_{m1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{40}{2} = 20$$

Передаточне число другої черв'ячної передачі [12 , ст. 54]:

$$u_{m2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{32}{1} = 32$$

Загальне передаточне число завантажувального механізму [12 , ст.291]:

$$w_{AB} = \frac{w_{\delta\delta}}{u_{\kappa l} \cdot u_{\eta 1} \cdot u_{\eta 2}} = \frac{23}{1 \cdot 20 \cdot 32} = 0.036 \frac{1}{c} = 2.16 \frac{o\delta}{x\delta}$$

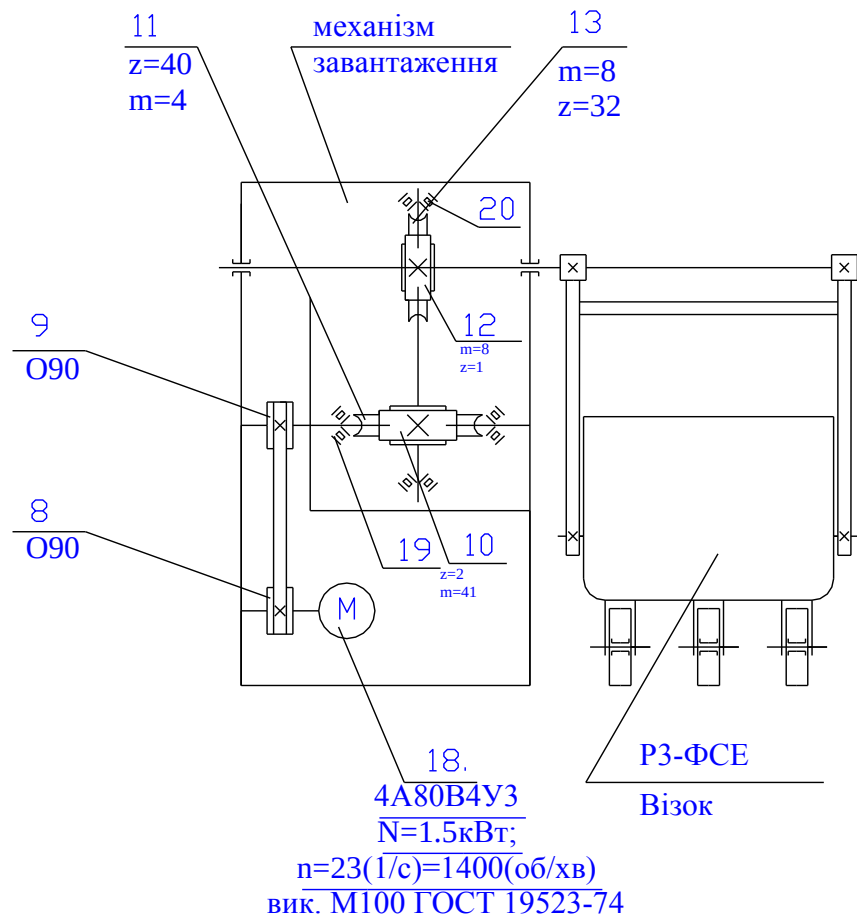


Рис. 3.13.- Принципова кінематична схема завантажувального механізму

3.3.1 Конструювання та розрахунок механізму вивантаження фаршемішалки марки 25-ФМ6

Механізм вивантаження складається із корпуса, який кріпиться до тумби і корпуса привода фаршемішалки 25-ФМ6. В середині корпуса розміщується рейкова передача, яка надійно кріпиться на підшипниках кочення 7204 (роликотпідшипник конічний однорядний згідно ГОСТ 333-79).

Зубчаста рейкова передача складається із колеса і рейки із вихідним контуром згідно ГОСТ 13755-68. Проведемо розрахунок даної рейкової передачі.

Кут профілю зубів рейки $\alpha=20^0$. Кут нахилу зубів $\beta=20^0$. Модуль нормальний m_n приймаємо конструктивно $m_n=3$.

Модуль основний (торцевий) визначаємо за формулою [12, ст.314]:

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$$

$$m_t = \frac{3}{\cos 20} = 3.15$$

Приймаємо $m_t=3$.

Крок нормальний p_n визначаємо за формулою [12, ст.314]:

$$p_n = \pi \cdot m_n = 3.14 \cdot 3 = 9.42, \text{ мм}$$

Приймаємо $p_n=9\text{мм}$.

Крок торцевий p_t визначаємо за формулою [12, ст.314]:

$$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta} = \frac{9}{0.951} = 9.46, \text{ мм}$$

Приймаємо $p_t=10 \text{ мм}$

Висота головки зуба $h_a=m_n=3 \text{ мм}$.

Висота зуба h визначаємо за формулою [12, ст.314]:

$$h = 2.25 \cdot m_n = 2.25 \cdot 3 = 6.75, \text{ мм}.$$

Приймаємо $h=6 \text{ мм}$.

Ширина рейки b визначаємо за формулою:

Кут повороту колеса γ , який відповідає переміщенню рейки на величину $L=280\text{мм}$ визначаємо за формулою [12 , ст.314]:

$$\gamma = L \frac{360}{p_t \cdot z}$$

$$\gamma = 280 \frac{360}{10 \cdot 40} = 672^\circ$$

3.3.2 Розроблення технологічних засобів комплексної механізації завантажувальних операцій при роботі на фаршемішалці марки 25-ФМ6

Проведемо розрахунок клинопасової передачі завантажувального механізму. Оскільки діаметри веденого і ведучого шківів однакові $D_1=D_2=90\text{мм}$, то частота їх обертання однакова $n_1=n_2=23\text{с}^{-1}=1400\text{ об/хв}$. Обертовий момент на валу ведучого шківа [12 , ст.120]:

$$T_1 = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n_1}, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$T_1 = \frac{30 \cdot 1500}{3.14 \cdot 23} = 623, \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Міжосьова віддаль a визначається із рівняння [12 , ст.130]:

$$\left. \begin{aligned} a_{\min} &= 0.55(d_1 + d_2) + T \\ a_{\max} &= d_1 + d_2 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} a_{\min} &= 0.55(90 + 90) + 8 = 107\text{мм} \\ a_{\max} &= 90 + 90 = 180\text{мм} \end{aligned} \right\}$$

Приймаємо $a=250\text{мм}$.

Довжина ременя L клинопасової передачі [12 , ст.137]:

$$L = 2 \cdot a + 0.5\pi(d_1 + d_2) = 782.6\text{мм}$$

Приймаємо $L=800\text{мм}$.

Кут обхвату шківів $\alpha=180^\circ$.

Визначимо необхідне число ременів z для передачі крутного моменту за формулою [12, ст.135]:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}$$

Тоді

$$z = \frac{1.5 \cdot 1.3}{1.41 \cdot 0.87 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 1.67$$

Приймаємо $z=2$.

Розрахунок першої черв'ячної передачі.

Після клинопасової передачі крутний момент передається на дві послідовно встановлені черв'ячні передачі.

Із кінематичної схеми відомо, що $z_1=2$, $z_2=40$, $m=4$. Проведемо конструктивний розрахунок першої черв'ячної передачі.

Розрахунок черв'яка.

Крок черв'яка визначаємо за формулою [12 , ст. 55]:

$$p = \pi \cdot m = 3.14 \cdot 4 = 12.56$$

Приймаємо $p=12\text{мм}$.

Ділильний діаметр черв'яка знаходимо із формули [12 , ст. 56]:

$$d_1 = d_{w1} = q \cdot m = 10 \cdot 4 = 40\text{мм}$$

де q – коефіцієнт діаметра черв'яка, $q=10$.

Діаметр вершин витків черв'яка [12 , ст. 57]:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 40 + 2 \cdot 4 = 48\text{мм}$$

Діаметр впадин витків черв'яка [12 , ст. 57]:

$$d_{f1} = d_1 - 2.4 \cdot m = 40 - 2.4 \cdot 4 = 30\text{мм}$$

Довжина нарізної частини черв'яка [12 , ст. 57] :

$$b_1 \geq (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m = (11 + 0.06 \cdot 40) \cdot 4 = 53.6\text{мм}$$

Приймаємо $b_1=86\text{мм}$.

Розрахунок черв'ячного колеса.

Для колеса черв'яка знайдемо за формулою [12 , ст. 58] значення ділильного діаметра:

$$d_2 = d_{w2} = z_2 \cdot m = 40 \cdot 4 = 160\text{мм}$$

Розрахуємо геометрію зубів черв'ячного колеса. Значення вершин [12 , ст. 58]:

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 160 + 2 \cdot 4 = 168 \text{ мм}$$

Діаметр впадин [12, ст. 58]:

$$d_{f2} = d_2 - 2.4 \cdot m = 160 - 2.4 \cdot 4 = 150 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр [12, ст. 58]:

$$d_{aM2} \leq d_{a2} + \frac{6 \cdot m}{z_1 + 2} = 168 + \frac{6 \cdot 4}{2 + 2} = 180 \text{ мм}$$

Ширина вінця [12 , ст. 58]:

$$b_2 \leq 0.75 \cdot d_{a1} = 0.75 \cdot 48 = 36 \text{ мм}$$

Приймаємо $b_2 = 36 \text{ мм}$.

Умовний кут обхвату черв'ячного колеса [12 , ст. 58]:

$$\sin \delta = \frac{b_2}{d_{a1} - 0.5 \cdot m} = \frac{30}{48 - 0.5 \cdot 4} = 0.6522$$

Розрахунок другої черв'ячної передачі.

Згідно даних кінематичної схеми маємо $z_1 = 1$, $z_2 = 32$, $m = 8$.

Розрахунок черв'яка.

Крок черв'яка визначаємо за формулою [12 , ст. 55]:

$$p = \pi \cdot m = 3.14 \cdot 8 = 25.14 \text{ мм}$$

Приймаємо $p = 25 \text{ мм}$.

Ділильний діаметр черв'яка знаходимо із формули [12 , ст. 56]:

$$d_1 = d_{w1} = q \cdot m = 8 \cdot 8 = 64 \text{ мм}$$

де q – конструктивний параметр черв'яка, $q = 8$.

Вершини витків черв'яка [12 , ст. 57]:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 64 + 2 \cdot 8 = 80 \text{ мм}$$

Впадини витків черв'яка [12 , ст. 57]:

$$d_{f1} = d_1 - 2.4 \cdot m = 64 - 2.4 \cdot 8 = 45 \text{ мм}$$

Довжина нарізної частини черв'яка [12 , ст. 57]:

$$b_1 \geq (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m = (11 + 0.06 \cdot 32) \cdot 8 = 103.36 \text{ мм}$$

Приймаємо $b_1=150\text{мм}$.

Розрахуємо черв'ячне колесо.

Ділильний діаметр знайдемо за формулою [12 , ст. 58]:

$$d_2 = d_{w2} = z_2 \cdot m = 32 \cdot 8 = 256\text{мм}$$

Діаметр вершин зубів [12 , ст. 58]:

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 256 + 2 \cdot 8 = 272\text{мм}$$

Діаметр впадин зубів [12, ст. 58]:

$$d_{f2} = d_2 - 2.4 \cdot m = 256 - 2.4 \cdot 8 = 236\text{мм}$$

Найбільший діаметр [12, ст. 58]:

$$d_{aM2} \leq d_{a2} + \frac{6 \cdot m}{z_1 + 2} = 272 + \frac{6 \cdot 8}{1 + 2} = 288\text{мм}$$

Ширина вінця [12, ст. 58]:

$$b_2 \leq 0.75 \cdot d_{a1} = 0.75 \cdot 80 = 60\text{мм}$$

Приймаємо $b_2=60\text{мм}$.

Умовний кут обхвату [12, ст. 58]:

$$\sin \delta = \frac{b_2}{d_{a1} - 0.5 \cdot m} = \frac{60}{80 - 0.5 \cdot 8} = 0.7895$$

3.4 Технологічна схема для виробництва м'ясних консервів

Технологія виготовлення м'ясних консервів складається із таких операцій:

- обвалка і жилкування м'яса;
- варіння м'яса;
- подрібнення м'яса;
- перемішування із сіллю (соління) і додавання інших рецептурних інгредієнтів. Відбувається формування фаршу;
- дозування фаршу;
- зважування;

- закатка (герметизація);
- стерилізація;
- сортування;
- етикетування і покривання антикорозійною змазкою;

Будова і принцип дії лінії для виготовлення м'ясних консервів.

М'ясну сировину, що поступає по ланцюговому конвеєру 1 (див. рис. 3.14) в замороженому стані, розморожують при визначених умовах і подається на конвеєр для обвалування і жилкування 2.

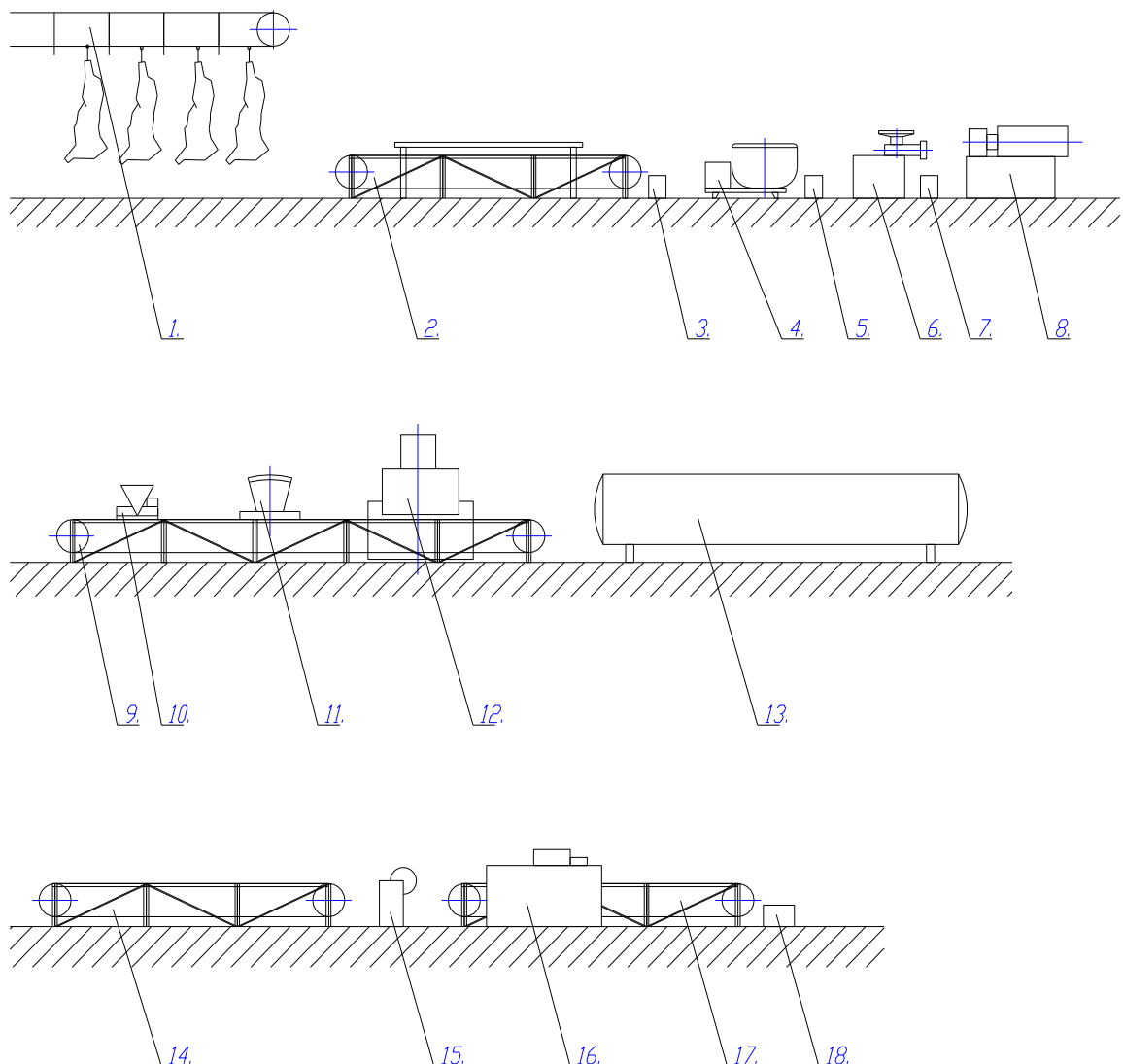


Рис. 3.14.- Машинно-апаратурна схема лінії виробництва м'ясних консервів:

- 1.- ланцюговий конвеєр; 2.- конвеєр для обвалки і жиловки; 3.- корзина; 4.- котел варильний; 5.- ящик; 6.- вовчок; 7.- ящик; 8.- фаршемішалка; 9.-

конвеєр; 10.- дозатор фаршу; 11.- ваги; 12.- вакуум-закаточна машина; 13.- автоклав горизонтальний; 14.- конвеєр сортувальний; 15.- етикетувальний автомат; 16.- машина для покриття антикорозійною змазкою; 17.- конвеєр; 18.- ящик.

Тут відбувається відділення м'язової, сполучної і жирової тканин від кісток, а також відділення хрящів, жиру, сухожилля, кісточок і кровоносних судин.

М'ясо, що пройшло жилкування поступає в варильний котел 4, а далі в м'ясорубку (вовчок) 6, де воно подрібнюється на окремі шматки. За допомогою ящика 7 куски м'яса подаються в фаршемішалку де до нього додаються перець, жир, сіль, та інші інгредієнти в певних пропорціях. В фаршемішалці відбувається формування смакових властивостей м'ясних консервів. Після цього фарш подається в дозатор фаршу 10, де розфасовується в бляшані банки. Після контрольного зважування на вазі 11, заповнені фаршем банки підводяться в вакуум-закаточну машину 12, в якій операцію закатування проводять в вакуумній камері при вакуумі 58...66 кПа.

Після закатування банки поступають в стерилізатор періодичної дії (автоклав горизонтальний) 13, де консерви стерилізують під тиском, що перевищує тиск насичених парів при температурі стерилізації 120⁰С. Далі консерви, що пройшли температурну обробку, поступають на стіл сортування 14 для виявлення дефектів і негерметичності банок. Після охолодження на банки наклеюють етикетки за допомогою етикетувального автомата 15.

Консерви, що призначені для подальшого зберігання, для запобігання корозії покривають антикорозійною змазкою (технічним вазеліном) на машині для змазки банок 16 і направляють на конвеєр 17. Банки, що направлені безпосередньо на реалізацію змазкою не покривають.

3.5 Особливості експлуатації модернізованої фаршемішалки марки 25-ФМ6

Приміщення для встановлення машини повинно задовольняти наступним вимогам:

а) площадка, необхідна для встановлення і обслуговування машини – 5.88 м^2

б) можливість проведення малого ремонту і огляду машини, для чого між стінкою і машиною повинен бути прохід шириною не менше 0.8м;

в) водостійка підлога;

г) наявність силового електричного вводу і контуру заземлення.

ісля перших 48 годин роботи машини необхідно замінити масло в картері.

В подальшому заміну масла і змазки машини виконують відповідно до схеми змащування.

Під час експлуатації необхідно виконати наступні вимоги:

а) стежити за роботою зубчатих передач, нагрівом підшипників. Температура нагріву підшипників не повинна перевищувати 50°C .

б) не допускати роботи машини з відкритою кришкою і знятими облицювальними листами.

Щоденно по закінченню роботи машина повинна бути ретельно вимита.

Натяг клинових ременів виконується переміщенням електродвигуна. Для цього відпускаються гайки кріплення електродвигуна, і він переміщається до необхідного натягу ременів. Потім гайки зажимаються.

В процесі роботи машини сальникова набивка зношується. Підтяжка їх здійснюється через вікна в картері. Вікна закриті щітками. При підтяжці необхідно зняти щітки, рівномірно закрутити гайки сальників. При заміні набивки чи частковому її доповненні гайку ґрунтбукса згвинчуються, ґрунтбукси висуваються і в утворений зазор укладається набивка.

Заміна клинових ременів відбувається без зняття шківа в тумбі привода для цього необхідно вивернути установочний гвинт, зрушити палець в напрямку корита, попередньо повернувши його (користуючись зйомником, який завертається в отвір пальця) лискою в потрібне положення. Зняти кільце і через утворений зазор між торцями шківа і підшипника провести заміну ременів. Для зняття шнеків необхідно відвернути болт на планці правої і лівої боковин, зняти шнеки із штифтів.

4. Дослідження перемішування м'ясного фаршу на фаршемішалці марки 25-ФМ6

4.1 Аналіз витрат потужності при різних габаритах фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Розхід потужності при вимішуванні фаршу зазвичай використовують безрозмірний критерій Ейлера:

$$Eu = Eu_m = \frac{N}{n^3 \cdot d^5 \cdot \gamma} \cdot (4.1)$$

Для нашого випадку перемішування використаємо результати отримані в установці, яка за конструкцію ідентична фаршемішалці марки 25-ФМ6, але меша по габаритах. Для такої машини безрозмірний критерій Ейлера буде мати вигляд:

$$Eu_1 = \frac{N}{n_1^3 \cdot d_1^5 \cdot \gamma} \cdot (4.2)$$

Для фаршемішалки марки 25-ФМ6 значення критерію Ейлера зміниться оскільки $d_2 > d_1$ і буде мати вигляд:

$$Eu_2 = \frac{N}{n_2^3 \cdot d_2^5 \cdot \gamma} \cdot (4.3)$$

Зведемо дані в рівняння.

$$\frac{N_1}{n_1^3 \cdot d_1^5 \cdot \gamma_1} = \frac{N_2}{n_2^3 \cdot d_2^5 \cdot \gamma_2} \cdot (4.4)$$

Запишемо це рівняння у такому вигляді:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_2^3 \cdot d_2^5 \cdot \gamma_2}{n_1^3 \cdot d_1^5 \cdot \gamma_1} \cdot (4.5)$$

Для випадку $\gamma_1 = \gamma_2$ буде справедливо:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_2^3 \cdot d_2^5}{n_1^3 \cdot d_1^5} \cdot (4.6)$$

Можна показати, як будуть змінюватися втрати потужності, що затрачається на перемішування, із зменшенням габаритів фаршемішалки марки 25-ФМ6 при зберіганні геометричної подібності, наприклад $d/D = \text{const}$,

$N/D = \text{const}$ і ін., і постійною інтенсивністю перемішування, що визначається різними способами:

Розглянемо перший випадок, коли $Re = \text{const}$, чи $n_1 \cdot d_1^2 = n_2 \cdot d_2^2$, маємо:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{-1}. \quad (4.7)$$

Відповідно, потужність, що затрачається на перемішування, зменшується обернено пропорційно із збільшенням габаритів фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Для випадку, коли $u = \pi \cdot d \cdot n = \text{const}$, чи $n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$, знаходимо:

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2. \quad (4.8)$$

Тобто потужність збільшується пропорційно квадрату лінійних розмірів фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Для $N/V = \text{const}$, чи $\frac{N_1}{V_1} = \frac{N_2}{V_2}$, приймаючи $V \approx d^3$:

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3. \quad (4.9)$$

Виконаємо перетворення $\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{u_2}{u_1} \right)^3 \times \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 = \left(\frac{Re_2}{Re_1} \right)^3 \times \left(\frac{d_1}{d_2} \right)$ і маємо:

$$\frac{u_2}{u_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{\frac{1}{3}}. \quad (4.10)$$

і

$$\frac{Re_2}{Re_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{\frac{4}{3}}. \quad (4.11)$$

В результаті проведення розрахунків витрат потужності в малогабаритній і великогабаритній фаршемішалках, за дотримання умови $N/V = \text{const}$ встановлено, що необхідно при збільшенні габаритів фаршемішалки підвищити обертову швидкість перемішуючих органів (шнеків) і добитись зростання числа Рейнольдса. Значить, при однаковій частоті обертання шнеків великогабаритна фаршемішалка (низькошвидкісна)

затрачає на перемішування меншу потужність на одиницю об'єму, чим малогабаритна фаршемішалка (високошвидкісна) [5].

У випадку коли змінюються не габарити мішалки, а вид фаршу (яловичина вищий сорт, яловичина перший сорт, яловичина другий сорт, свинина напівжирна, свинина нежирна) чи спосіб змішування (із додаванням води, без додавання води) для моделювання процесу перемішування варто використати метод аналізу розмірностей.

4.2 Використання методу аналізу розмірностей для моделювання процесу перемішування

Для геометрично подібних систем функціональна залежність між змінними записується у вигляді:

$$N = f(\mu, \rho, n, d_m, g). \quad (4.12)$$

Відповідно до π теореми критеріальна залежність повинна мати вигляд $\varphi(\pi_1, \pi_2, \pi_3) = 0$ або $\pi_1 = f(\pi_2, \pi_3)$

Якщо припустити, що існує зв'язок між змінними у деякому діапазоні зміни змінних, то з достатньою точністю його можна описати рівнянням типу степеневого одночлена:

$$[N] = C[\mu]^a [\rho]^b [g]^c [n]^e [d_m]^f \quad (4.13)$$

Підставимо одиниці виміру та отримаємо

$$\left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} \right] = C \cdot \left[\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right]^a \cdot \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]^b \cdot \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]^c \cdot \left[\frac{1}{\text{с}} \right]^e \cdot [\text{м}]^f \quad (4.14)$$

Співставимо показники степенів у однакових одиницях виміру і отримаємо три рівняння:

$$\begin{cases} a + b = 1 \\ -a - 3b + c + f = 2 \\ -a - 2c - 3 = -3 \end{cases} \quad (4.15)$$

Цю систему можна розв'язати відносно любых трьох величин, якщо прийняти дві інші заданими. Загальне число варіантів рішень визначається групуванням параметрів.

Наприклад виберемо заданими величини a і c , що є показниками при μ і g .

Тоді

$$b = 1 - a ; e = 3 - a - 2c ; f = 5 - 2a - c$$

Перепишемо рівняння (2.13) у вигляді:

$$N = C \cdot \mu^a \cdot \rho^{1-a} \cdot g^c \cdot n^{3-a-2c} \cdot d_m^{5-2a-c} \quad (4.16)$$

Згрупуємо величини з однаковими показниками й отримаємо

$$\frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot d^5} = C \cdot \left(\frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} \right)^{-a} \cdot \left(\frac{n^2 \cdot d}{g} \right)^{-c} \quad (4.17)$$

Таким чином рівняння, що визначає залежність між основними фізичними і геометричними параметрами можна записати у вигляді:

$$K_n = C \cdot Re^{-a} \cdot Fr^{-c} \quad (4.18)$$

4.3 Умови проведення експериментів

У курсовій роботі проводили дослідження для таких видів фаршу:

- яловичина вищий сорт;
- яловичина перший сорт;
- яловичина другий сорт;
- свинина напівжирна;
- свинина нежирна.

Також варто врахувати наявність води при змішуванні. При додаванні води між молекулами фаршу виникають водневі зв'язки, в результаті чого в'язкість фаршу і витрати потужності на перемішування зростають, а час на перемішування зменшується.

Отже, досліди проводилися для двох випадків:

- перемішування без води;
- перемішування з додаванням води (10% від маси фаршу).

Усі дані умовно можна поділити на сталі та змінні. До сталих віднесемо ті дані, які практично не змінюють або мало змінюють своє значення в процесі перемішування. До змінних відносяться дані які змінюються в часі в процесі перемішування і сильно впливають на результати досліджень.

До сталих даних можна віднести:

- діаметр місильних шнеків фаршемішалки марки 25-ФМ6;
- температура фаршу;
- густина фаршу;
- прискорення вільного падіння;
- початковий опір фаршу;
- коефіцієнти, що залежать від виду фаршу;
- повна лобова поверхня місильного шнека;
- кількість шнеків;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) та ін..

До змінних:

- частота обертання місильних шнеків;
- в'язкість фаршу в різні омметри часу при змішуванні (на початку в'язкість має своє мінімальне значення, а в кінці – максимальне);
- питомий опір фаршу;
- опір, що сприймається одним місильним шнеком;
- кутова швидкість обертання місильних шнеків;
- критерії Рейнольдса (Re), Ейлера (Kn), Фруда (Fr);
- витрати потужності та ін.

Дані для проведення досліджень подані в додатку А до курсової роботи для різних фаршів і для різних способів перемішування.

4.4 Розрахунок за математичною моделлю

Для визначення невідомих коефіцієнтів C , a , c в рівнянні (4.18), виведеного вище, необхідно насамперед обрахувати критерії Рейнольдса (Re), Фруда (Fr) та Ейлера (Kn).

Критерій Рейнольдса (Re) визначимо із рівняння:

$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu}. \quad (4.19)$$

Критерій Рейнольдса визначаємо для різних видів фаршу, для різних способів перемішування і для різних режимів роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6. Результати обчислень подані в додатку В до курсової роботи.

Критерій Фруда (Fr) розрахуємо із формули:

$$Fr = \frac{n^2 \cdot d}{g}. \quad (4.20)$$

Даний критерій визначаємо для різних видів фаршу, для різних способів перемішування і для різних режимів роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6. Результати обчислень подані в додатку В до курсової роботи.

Критерій Ейлера визначимо за формулою (4.1). В даному рівнянні потужність N – теоретична потужність, що витрачається на обертання місильних шнеків або необхідна потужність електродвигуна мішалки.

Потужність електродвигуна N в фаршемішалках визначається за формулою:

$$N = \frac{z \cdot P \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (4.21)$$

Опір, що сприймається одним шнеком визначаємо за формулою:

$$P = \sigma \cdot S, \text{ Н} \quad (4.22)$$

Питомий опір σ визначається за формулою:

$$\sigma = \sigma_0 + a \cdot v, \text{ Н/м}^2, \quad (4.23)$$

Фаршемішалка марки 25-ФМ6 має два однакових робочих органа – місильні шнеки спірального типу. Кутова швидкість робочих органів визначаємо із формули:

$$w = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot (4.24)$$

Лінійна швидкість руху робочих органів:

$$v = w \cdot R, (4.25)$$

Лобова поверхня спіралі місильного шнека:

$$F = S_1 \cdot S_2 = \pi \cdot (R_1^2 - R_2^2) = 3.14 \cdot (0.350^2 - 0.220^2) = 0.2, \text{ м}^2. (4.26)$$

Повну лобову поверхню місильного шнеку у фаршемішалці марки 25-ФМ6 визначаємо із виразу:

$$S = n \cdot F, \text{ м}^2 (4.27)$$

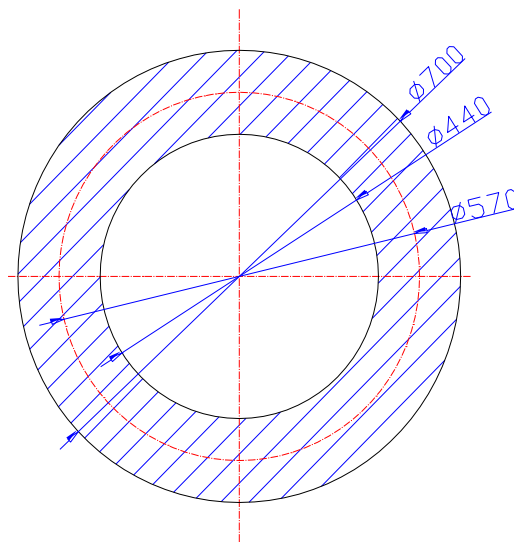


Рис. 4.1 - Переріз спіралі місильних шнеків.

$$S = 3 \cdot 0.2 = 0.6 \text{ м}^2$$

Дані розрахунки подані в додатку Б.

Коли значення критеріїв Re, Fr і Кп або Eu відомі, невідомі значення С, а і с із формули (4.18) визначаються методом логарифмування.

4.6 Визначення невідомих коефіцієнтів методом логарифмування

Перш за все варто знайти значення логарифмів знайдених вище критеріїв подібності $\lg(Re)$, $\lg(Fr)$, $\lg(Kn)$ (див. додаток Г). Далі за допомогою функції Linest, в Microsoft Excel знаходимо невідомі коефіцієнти C , a і c (див. додаток Д).

Після знаходження невідомих коефіцієнтів необхідно розв'язати зворотну задачу, перевірити правильність проведених вище розрахунків, оформити результати досліджень і визначити похибку розрахунків.

Методом найбільших квадрантів розраховано коефіцієнти C , a , c для різних умов роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Критеріальне рівняння для фаршу (яловичина вищий сорт) при перемішуванні без додавання води:

$$Kn = 0.000276 \times Re^{0.87495} \times Fr^{-1.135452}. \quad (4.28)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (яловичина вищий сорт) при перемішуванні із додаванням води (10% від маси):

$$Kn = 0.000266 \times Re^{0.88809} \times Fr^{-1.154865}. \quad (4.29)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (яловичина перший сорт) при перемішуванні без додавання води:

$$Kn = 0.000253 \times Re^{0.87495} \times Fr^{-1.135452}. \quad (4.30)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (яловичина перший сорт) при перемішуванні із додаванням води (10% від маси):

$$Kn = 0.000279 \times Re^{0.88263} \times Fr^{-1.138127}. \quad (4.31)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (яловичина другий сорт) при перемішуванні без додавання води:

$$Kn = 0.000296 \times Re^{0.8649} \times Fr^{-1.117257}. \quad (4.32)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (яловичина другий сорт) при перемішуванні із додаванням води (10% від маси):

$$Kn = 0.000324 \times Re^{0.86786} \times Fr^{-1.113781}. \quad (4.33)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (свинина напівжирна) при перемішуванні без додавання води:

$$Kn = 0.000763 \times Re^{0.64764} \times Fr^{-1.013723}. \quad (4.34)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (свинина напівжирна) при перемішуванні із додаванням води (10% від маси):

$$Kn = 0.000787 \times Re^{0.65697} \times Fr^{-1.020226}. \quad (4.35)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (свинина нежирна) при перемішуванні без додавання води:

$$Kn = 0.00069 \times Re^{0.64657} \times Fr^{-1.011303}. \quad (4.36)$$

Критеріальне рівняння для фаршу (свинина нежирна) при перемішуванні із додаванням води (10% від маси):

$$Kn = 0.000703 \times Re^{0.65552} \times Fr^{-1.016829}. \quad (4.37)$$

4.7 Аналіз результатів виконаних досліджень

За результатами виконаних вище обчислень ми отримали графіки взаємозалежностей між числами Рейнольдса (Re), Фруда (Fr) і Ейлера (Kn, Eu).

Залежності $Kn = f(Re)$ і $Kn = f(Fr)$ для кількох рецептур фаршу при різних умовах перемішування представлено нижче.

Крім цього в роботі отримано критеріальні залежності для перемішування м'ясного фаршу різних рецептур. Вони дають змогу вибирати робочий режим фаршемішалки, розхід потужності на процес вимішування м'ясного фаршу, реологічні характеристики м'ясного фаршу тощо.

Критеріальні рівняння для різних фаршів і при різних способах перемішування подані нижче.

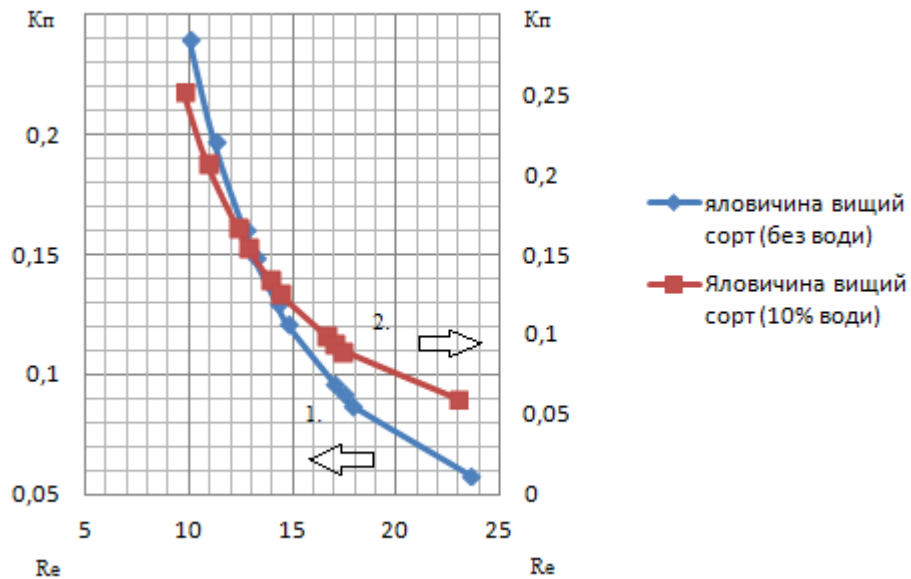


Рис. 4.3.- Графік залежності критерія Ейлера (K_n) від критерія Рейнольдса (Re) для процесу змішування фаршу (яловичина вищий сорт) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

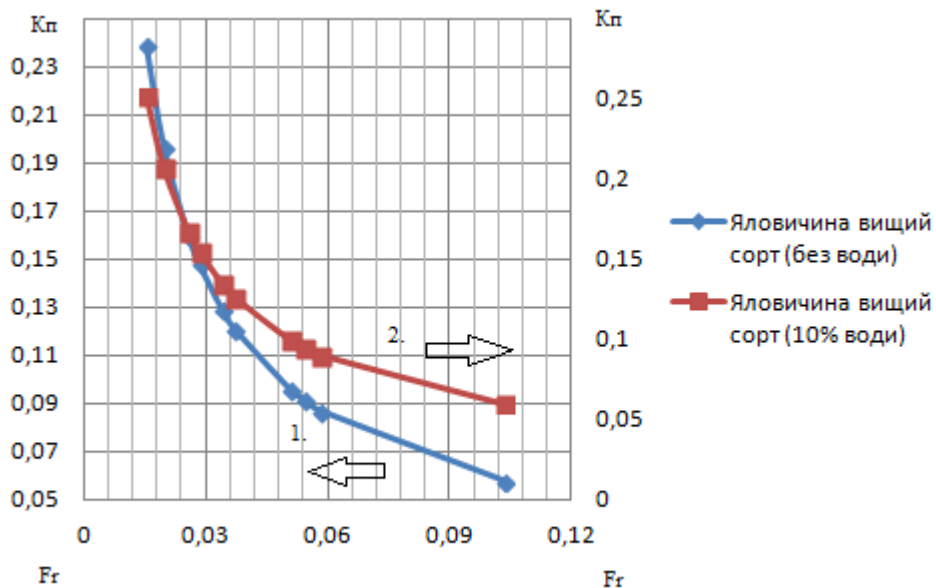


Рис. 4.4.- Графік залежності критерія Ейлера (K_n) від критерія Фруда (Fr) для процесу змішування фаршу (яловичина вищий сорт) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

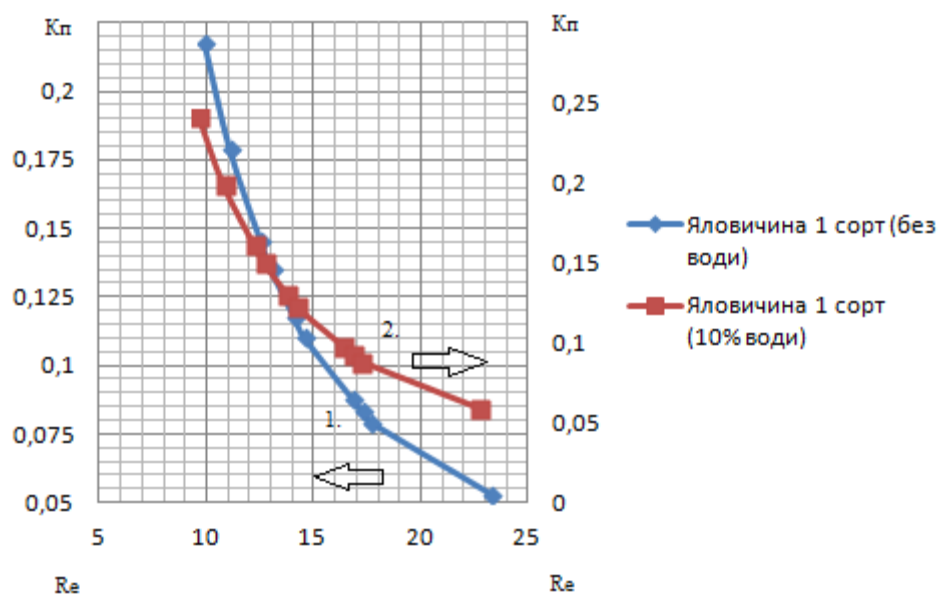


Рис. 4.5.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Рейнольдса (Re) для процесу змішування фаршу (яловичина перший сорт) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

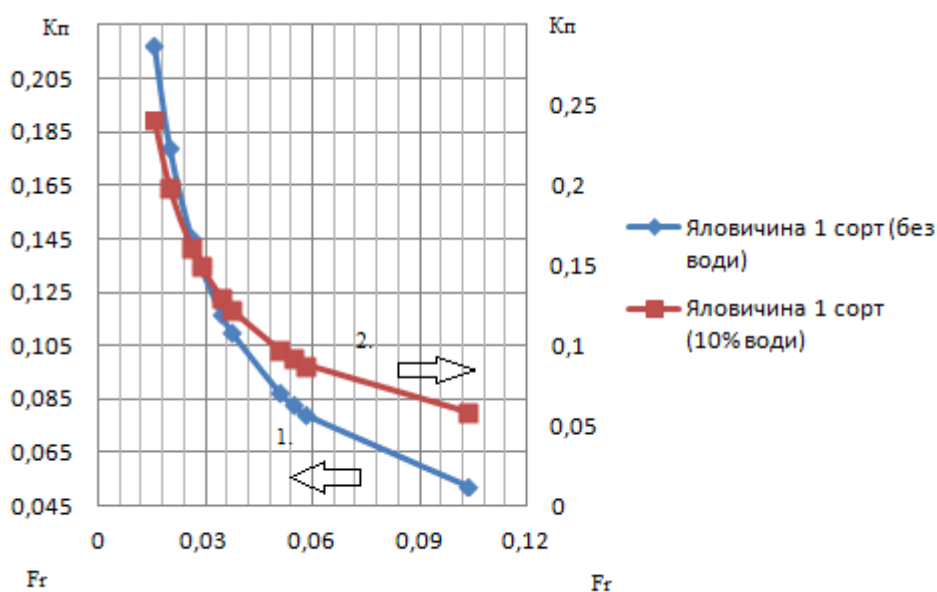


Рис. 4.6.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Фруда (Fr) для процесу змішування фаршу (яловичина перший сорт) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

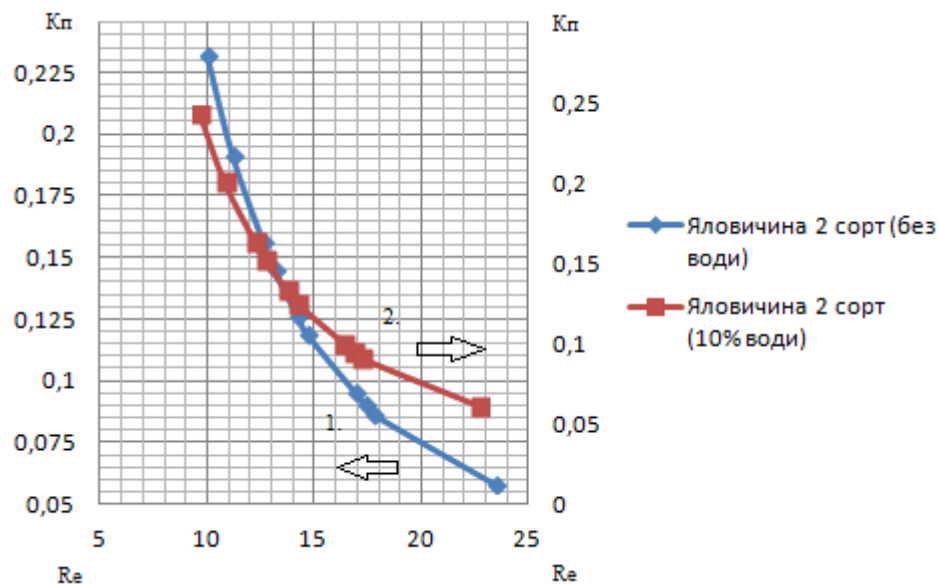


Рис. 4.7.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Рейнольдса (Re) для процесу змішування фаршу (яловичина другий сорт) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

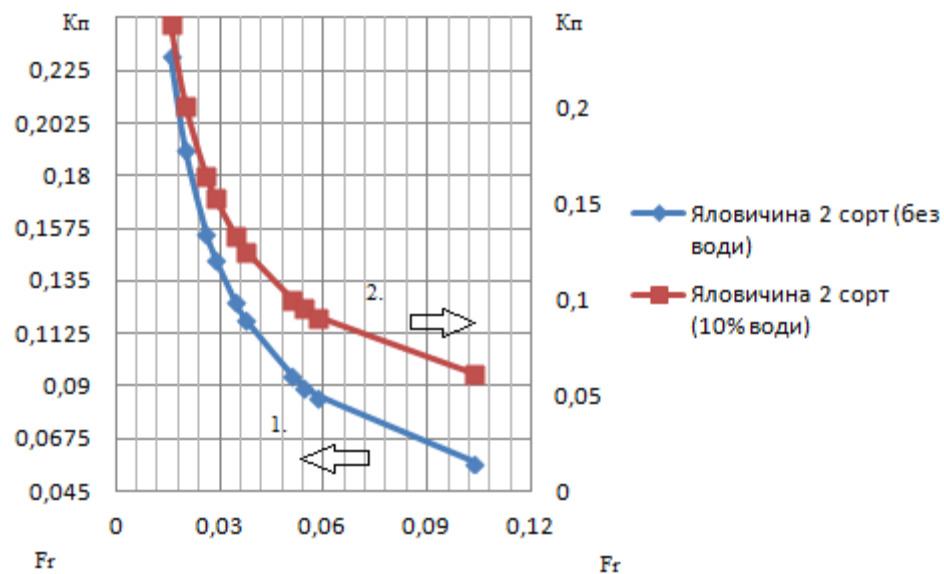


Рис. 4.8.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Фруда (Fr) для процесу змішування фаршу (яловичина другий сорт) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

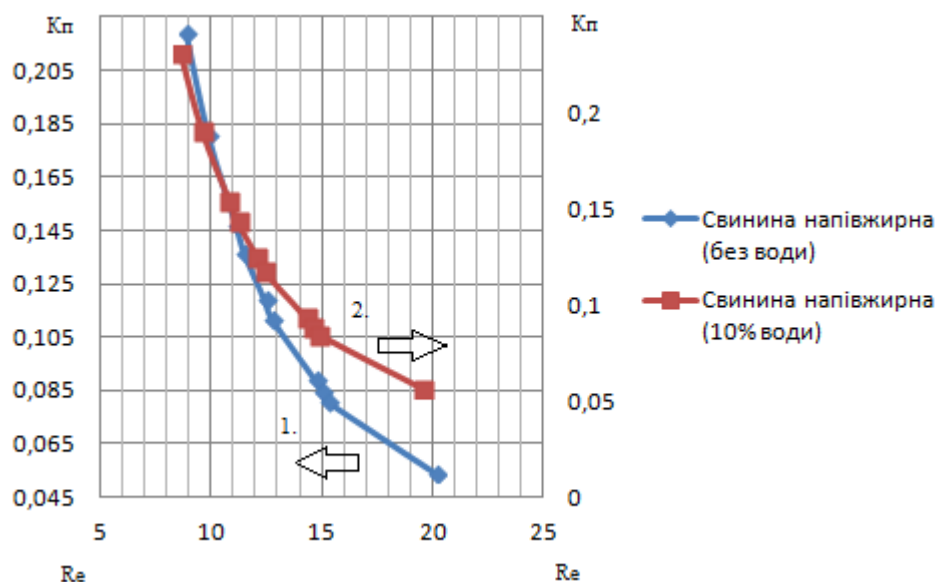


Рис. 4.9.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Рейнольдса (Re) для процесу змішування фаршу (Свинина напівжирна) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси

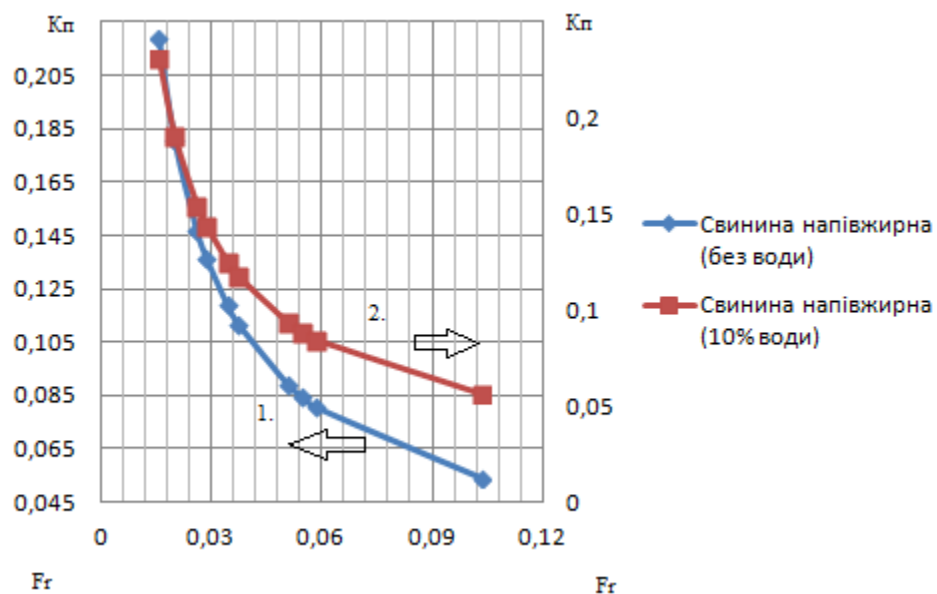


Рис. 4.10.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Фруда (Fr) для процесу змішування фаршу (свинина напівжирна) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

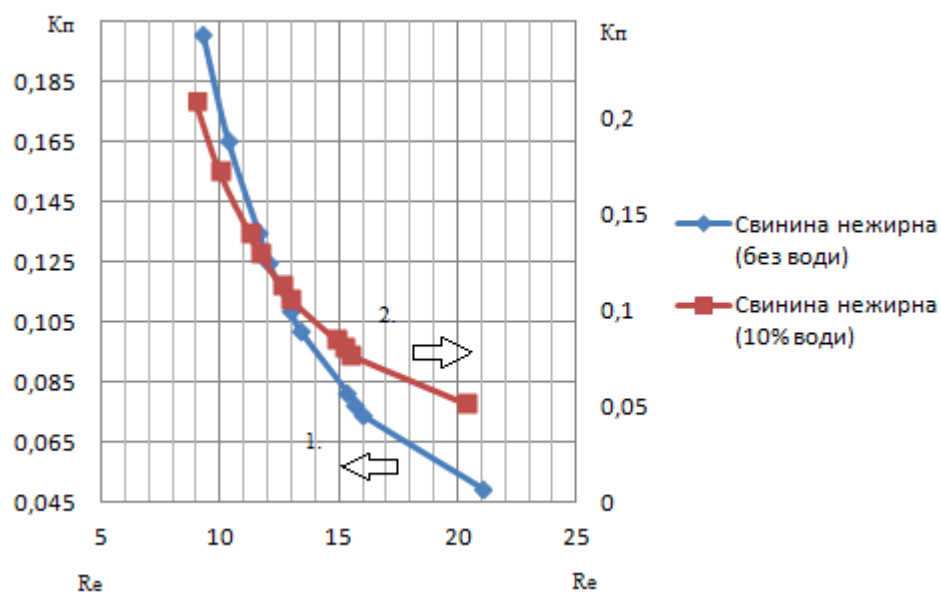


Рис. 4.11.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Рейнольдса (Re) для процесу змішування фаршу (свинина нежирна) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

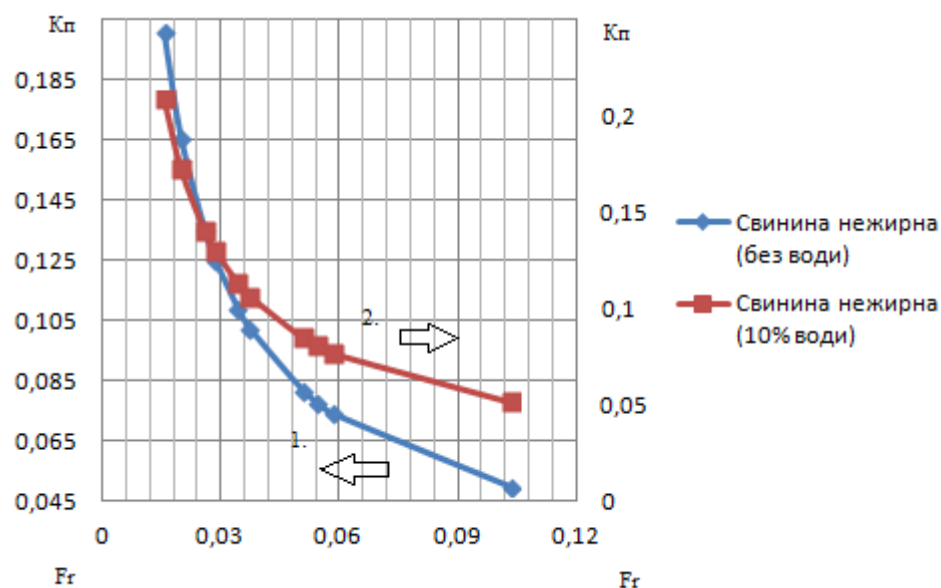


Рис. 4.12.- Графік залежності критерія Ейлера (K_p) від критерія Фруда (Fr) для процесу змішування фаршу (свинина нежирна) у фаршемішалці марки 25-ФМ6:

- 1) змішування без додавання води;
- 2) змішування з додаванням води – 10% від маси.

Із даних графіків видно, що із збільшенням критеріїв Рейнольдса (Re) і Фруда (Fr) критерій Ейлера або, як його ще називають, критерій потужності зменшується.

4.8 Розв'язок зворотної задачі. Визначення витрат потужності на перемішування

Розв'язок зворотної задачі зводиться до знаходження витрат потужності на перемішування на фаршемішалці марки 25-ФМ6, згідно виведеного рівняння (3.13) та розрахованих коефіцієнтів C , a , c .

Результати даних обчислень представлені в додатку Е.

Згідно розв'язаних рівнянь побудовані графіки на яких порівнюються результати обчислень і експерименту.

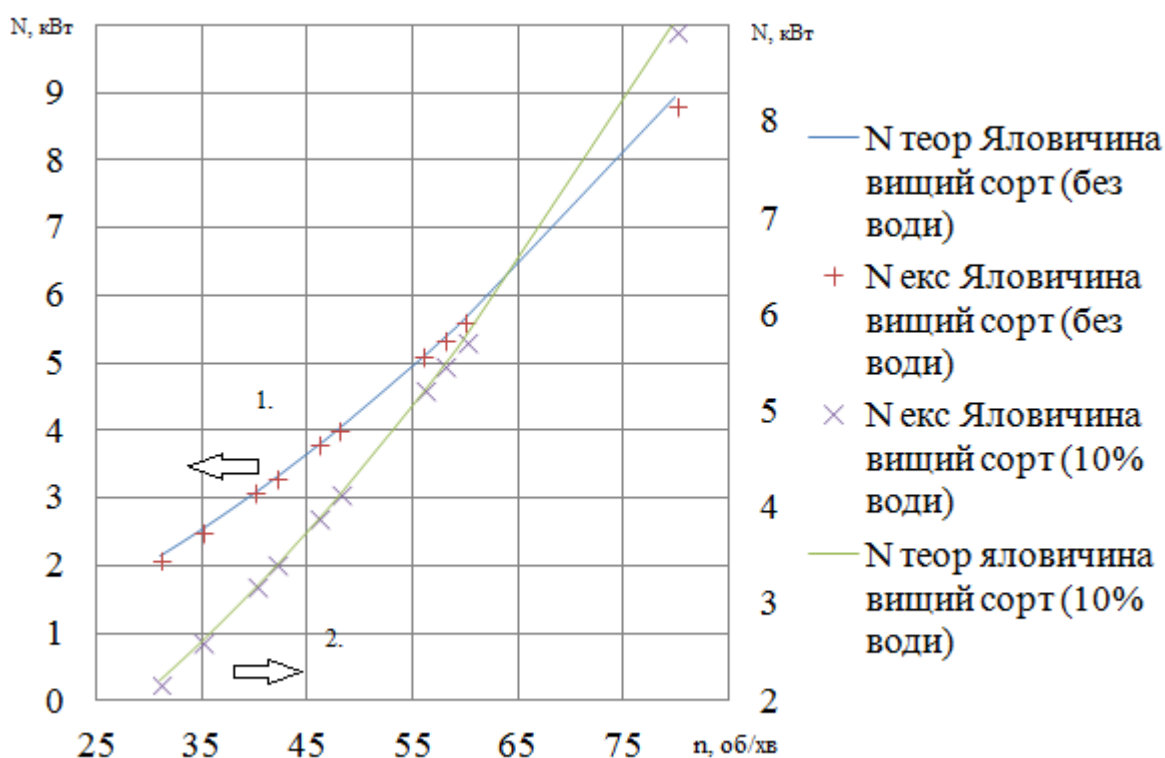


Рис. 4.13.- Залежність потужності від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – яловичина вищий сорт.

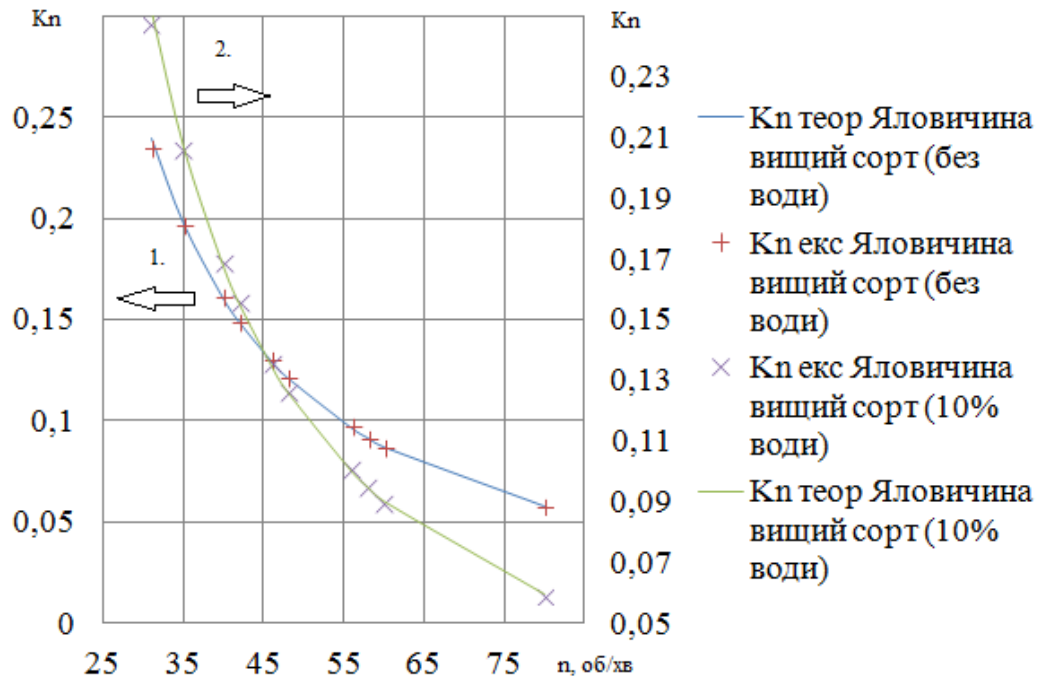


Рис. 4.14.- Залежність критерія Ейлера від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – яловичина вищий сорт.

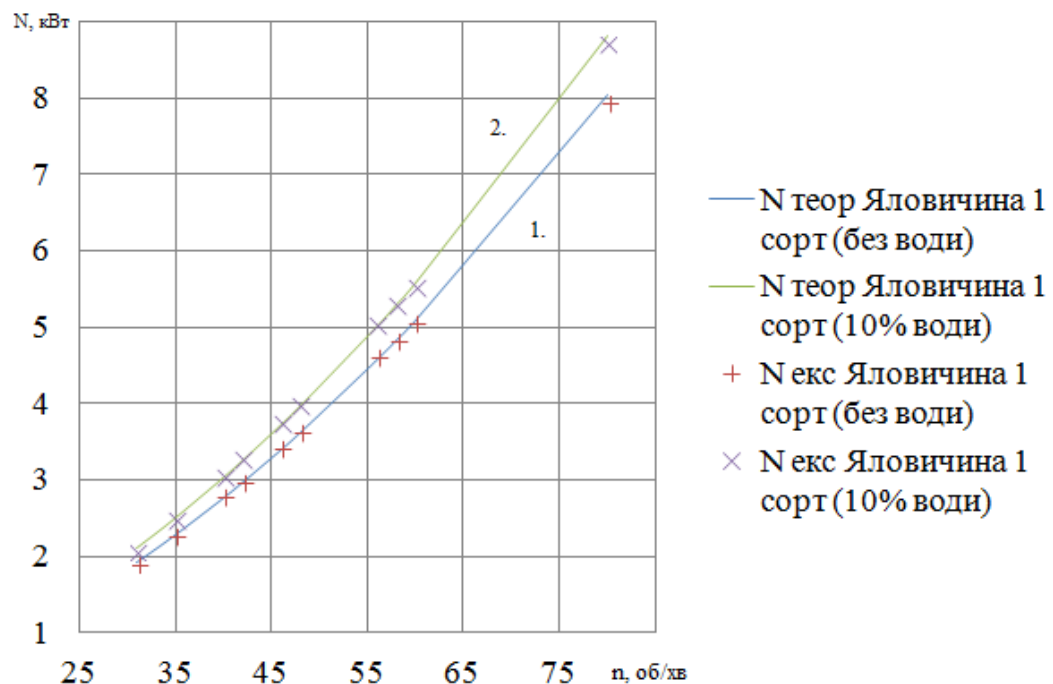


Рис. 4.15.- Залежність потужності від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – яловичина перший сорт.

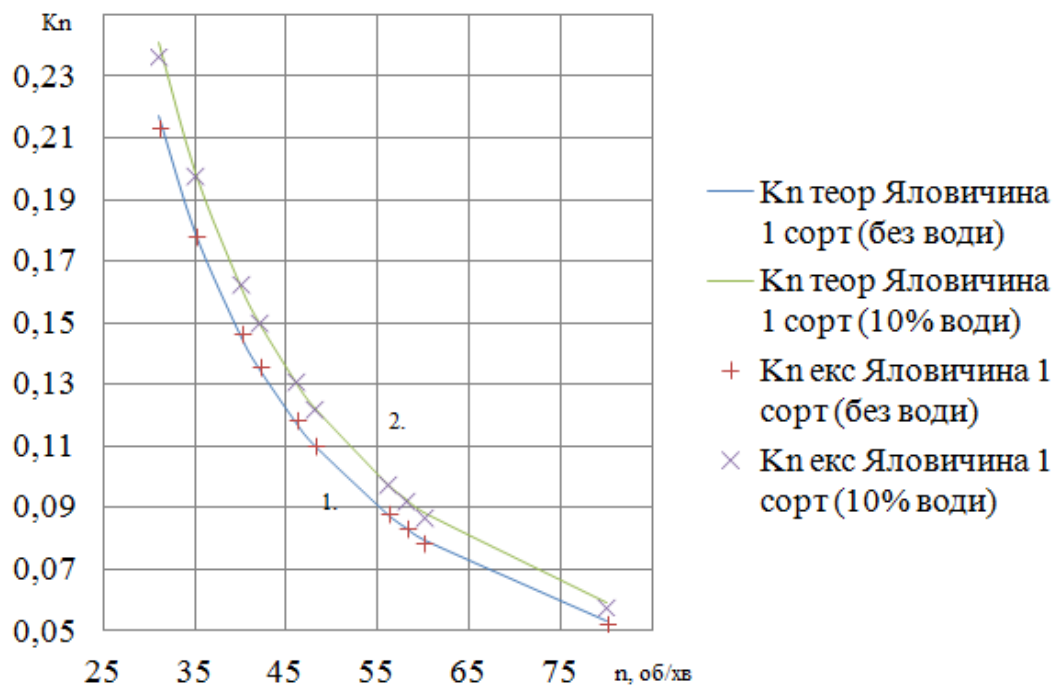


Рис. 4.16.- Залежність критерія Ейлера від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – яловичина перший сорт.

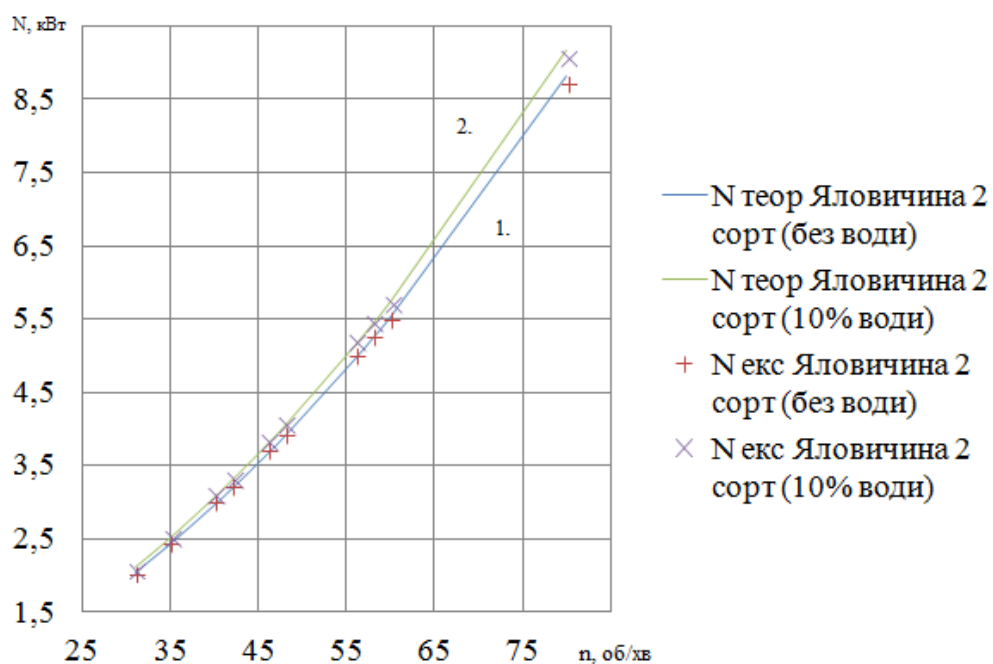


Рис. 4.17.- Залежність потужності від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – яловичина другий сорт.

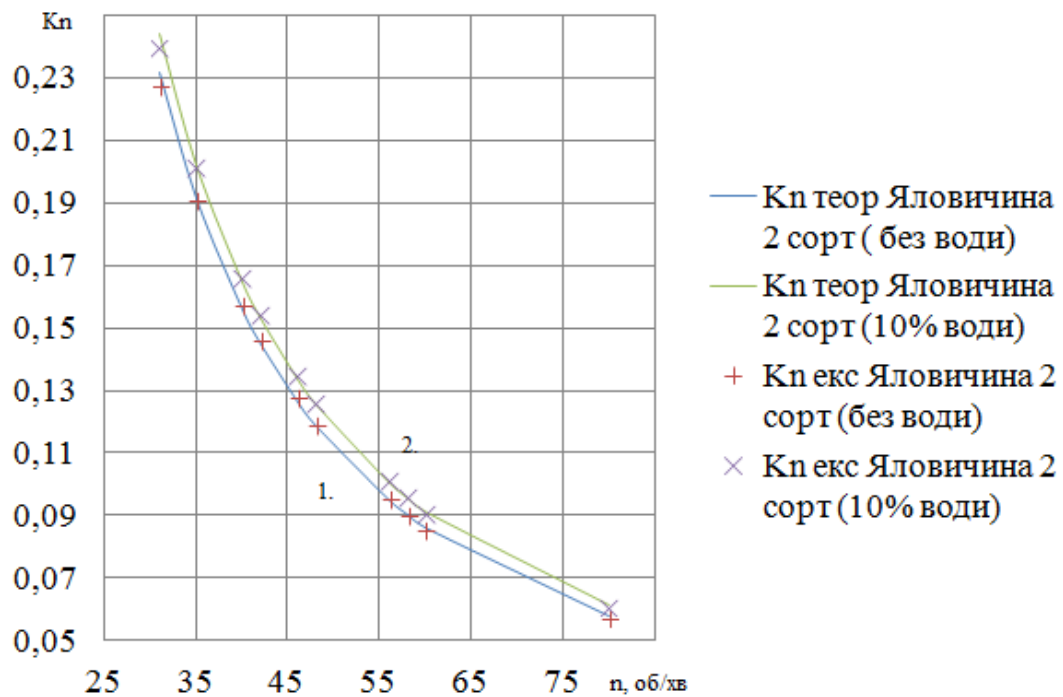


Рис. 4.18.- Залежність критерія Ейлера від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – яловичина другий сорт.

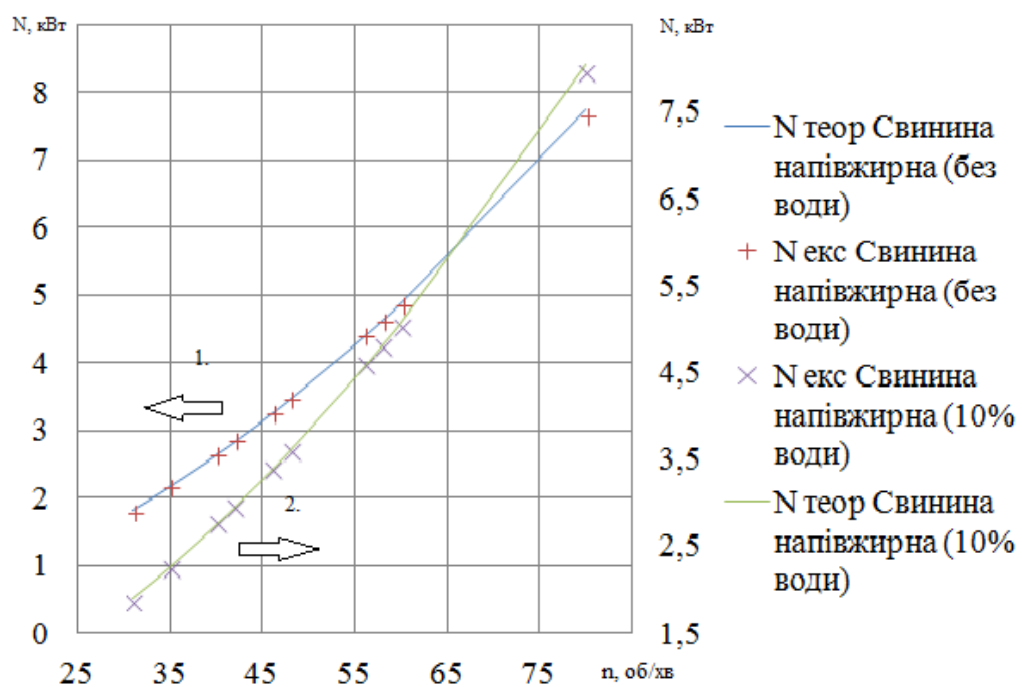


Рис. 4.19.- Залежність потужності від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – свинина напівжирна.

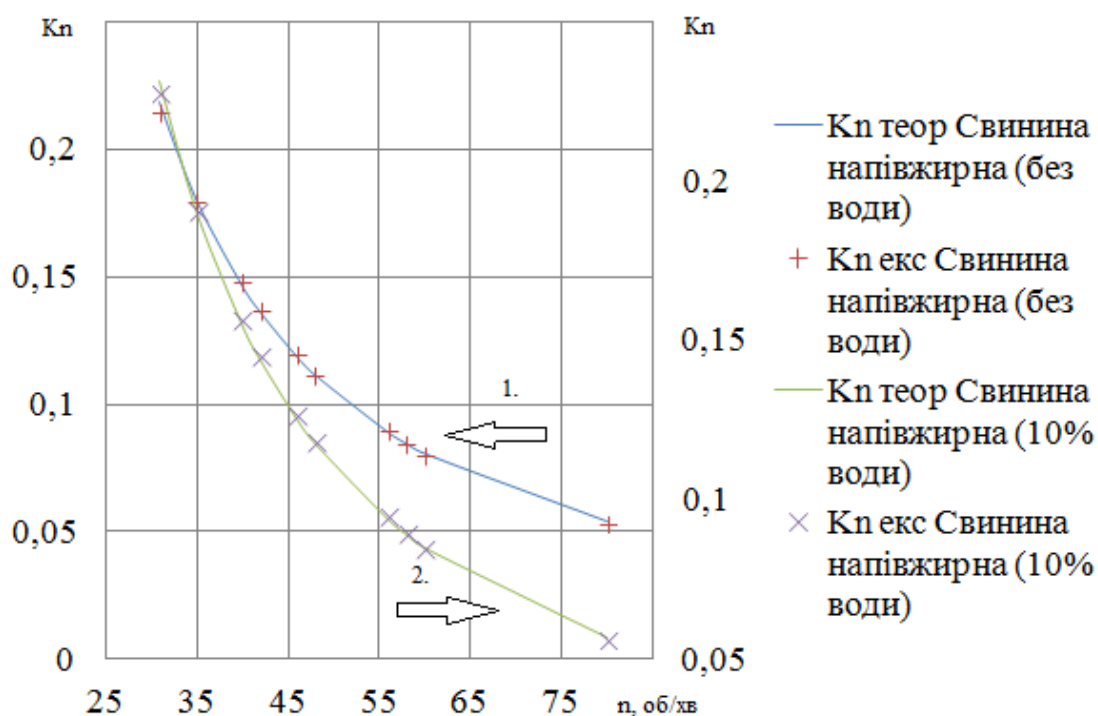


Рис. 4.20.- Залежність критерія Ейлера від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – свинина напівжирна.

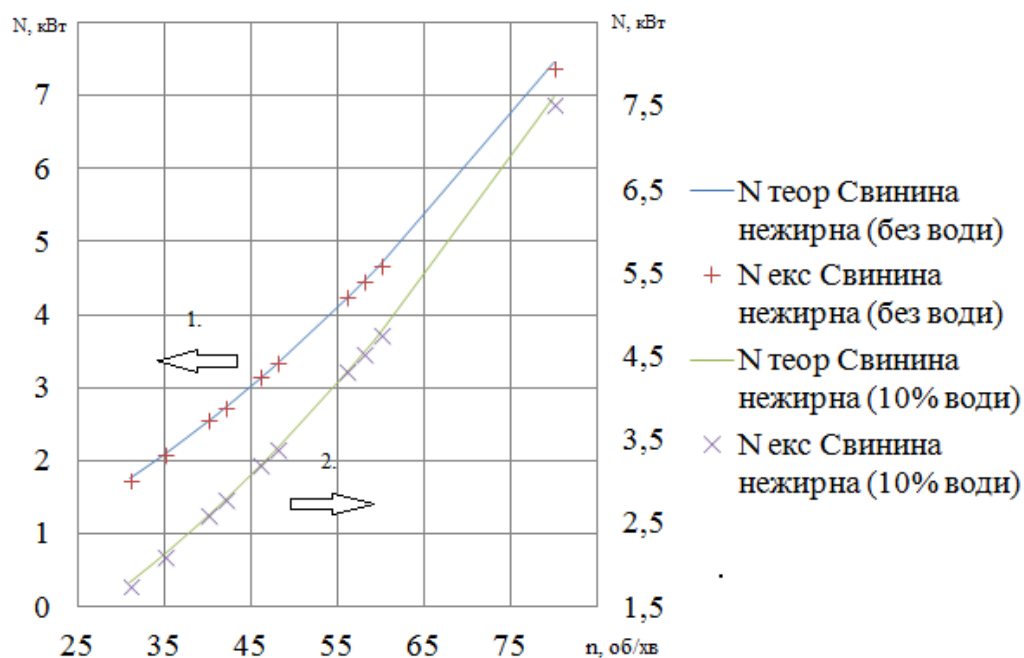


Рис. 4.21.- Залежність потужності від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – свинина нежирна.

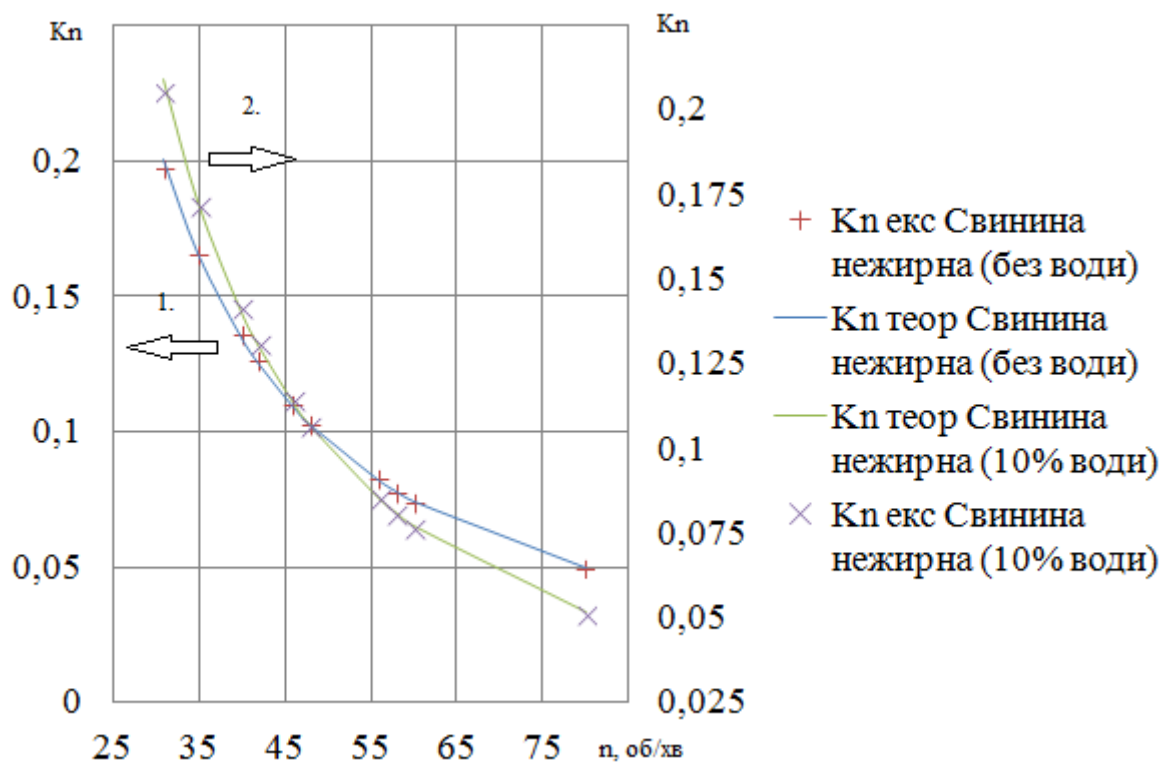


Рис. 4.22.- Залежність критерія Ейлера від частоти обертання місильних шнеків при змішуванні у фаршемішалці марки 25-ФМ6 для фаршу – свинина нежирна.

Дані залежності характеризують як міняються втрати потужності в залежності від частоти обертання місильних шнеків, способу змішування і виду фаршу.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Охорона праці

5.1.1 Державний нагляд і громадський контроль за виконанням законодавства про охорону праці

У відповідності з законом України «Про охорону праці» в розділі 7 «Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці» є стаття 38 «Органи державного нагляду за охороною праці».

Державний нагляд за додержанням законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці здійснюють :

спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (Держгірпромнагляд);

спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки;

спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємства, об'єднань громадян, політичних формувань , місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні і не підконтрольні.

Стаття 39 «Права і відповідальність посадових осіб спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці мають право:

безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва фізичних і юридичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з питань, віднесених до їх компетенції;

одержувати від роботодавця і посадових осіб письмові чи усні пояснення, висновки експертних обстежень, аудитів, матеріали та

інформацію з відповідних питань, звіти про рівень і стан профспілкової роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;

видавати в установленому порядку роботодавцям, керівникам та іншим посадовим особам, юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці, безпечної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки;

забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію підприємств, окремих виробництв, цехів, діляниць, робочих місць, будівельних споруд, приміщень випуск та експлуатацію машин, механізмів, устаткування, транспортних та інших засобів праці;

притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;

надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих посадових осіб на займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законодавством.

Стаття 41 «Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці».

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснюють професійні спілки, їх об'єднання в особі своїх виробничих органів і представників.

Стаття 42 «Уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці»

Уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці мають право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці і виносити обов'язкові для розгляду пропозиції про усунення виявлених порушень нормативно правових актів з безпеки і гігієни праці.

5.1.2 Створення безпечних умов при роботі на фаршемішалці 25-ФМ6

Встановлення і підключення машини до електромережі, а також випробування занулюючого контуру повинні бути проведені у відповідності до «Правил будови електротехнічних установок напругою до 1000В».

Для занулення машини в нижній частині станини є заземлюючі болти.

При роботі на машині необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

а) вмикати настінний автоматичний вимикач або рубильник можна тільки в тому випадку, коли впевнитесь, що занулення машини не має механічних пошкоджень, всі облицювальні листи закриті;

б) під час роботи машини заборонено знімати облицювальні листи із станини і тумби, відкрити двері електрошкафа;

в) оператор не має права залишати без нагляду ввімкнену машину;

г) особи, допущені до роботи на машині, повинні бути ознайомлені з її будовою, знати правила технічного обслуговування і експлуатації і пройти інструктаж по техніці безпеки;

д) обслуговування, ремонт і наладка механічної частин повинні виконуватися тільки особами, що пройшли спеціальну підготовку і мають відповідну кваліфікаційне посвідчення.

Роботи з ремонту електрообладнання повинні проводитися тільки при знятій напрузі. В місці зняття напруги повинен бути вивішений плакат «не вмикати - працюють люди»;

е) змазка і регулювання повинні проводитися тільки після зупинки машини;

ж) проходи навколо машини не загроможувати;

з) не допускати роботу місильних шнеків з знятою чи відкритою кришкою.

Категорично забороняється відкривати кришку місильного корита фаршемішалки марки 25-ФМ6 при обертанні місильних шнеків.

5.1.3. Міри захисту від ураження електричним струмом. Електробезпека

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки. Регулювальникам та іншим працівникам, які мають постійний контакт з електроприладами підвищеної напруги до 1000 В необхідно мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III.

На виробничій ділянці застосовуються такі засоби безпечної експлуатації електроустановок, як захисне заземлення, захисне занулення.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання із землею або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під напругою в аварійних режимах роботи. Призначення захисного заземлення полягає в тому, щоб у випадку появи напруги на металевих конструктивних частинах електроустановки забезпечити захист людини від ураження електричним струмом у разі її доторкання до таких частин.

Захисне занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під напругою в аварійних режимах роботи.

Нульовий захисний провід – це провід, який з'єднує частини, що підлягають зануленню, з глухо заземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму або її еквівалентом.

З метою зниження електротравматизму на виробництві використовується мала напруга 12, 36 та 42 В.

Основними мірами по захисту від ураження електричним струмом є:

забезпечення недоступності струмоведучих частин для випадкового доторкання;

використання ізоляції струмоведучих частин;

використання методів колективного захисту від ураження електричним струмом: захисного заземлення, занулення та автоматичного відключення;

періодична перевірка опору заземлення;

контроль та профілактика пошкоджень ізоляції.

5.1.4 Захист від ураження електричним струмом при роботі на фаршемішалці 25-ФМ6. Розрахунок захисного занулення

Для унеможливлення явища ураження електричним струмом при роботі на фаршемішалці можна використовувати захисне занулення.

В результаті проведеної механізації роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6 виникає необхідність створення безпечних умов роботи на робочому місці. В нашому випадку маємо два споживача електричного струму – це двигун фаршемішалки марки 25-ФМ6 і двигун завантажувального механізму. Отже, два зануленні споживачі електроенергії живляться від однієї мережі типу TN – S напругою 380/220 В. Припустимо виникло замикання фазного проводу на корпус другого споживача, а в цей час людина дотикається до корпусу першого споживача електроенергії (див. мал. 5.1). Визначимо струм, що протікає через тіло людини, що доторкнулася до корпусу першого споживача електроенергії, за умови, що $RL1 = RPE(2) = 0,2 \text{ Ом}$, $R0 = RП = 3 \text{ Ом}$, $IK1 = 0,3IK2$.

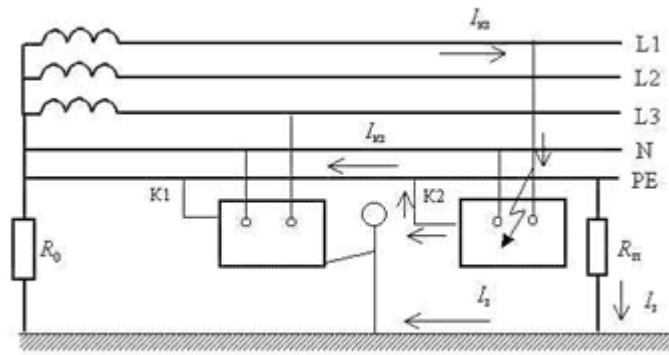


Рис. 5.1. – Схема розрахунку захисного занулення для фаршемішалки марки 25-ФМ6.

Опори ділянки РЕ провідника до першого і до другого корпусів можна визначити за формулами:

$$R_{PE(1)} = \rho \frac{l_{K1}}{S_{PE}}; \quad R_{PE(2)} = \rho \frac{l_{K2}}{S_{PE}}. \quad (5.1)$$

Якщо врахувати, що $l_{K1} = 0,3l_{K2}$, то $R_{PE(1)} = 0,3R_{PE(2)}$.

При замиканні фазного дроту на корпус другого споживача електроенергії виникає струм короткого замикання, який можна розрахувати таким чином:

$$I_{K3} = \frac{U_{\Phi}}{R_{L1} + R_{PE(2)}} = \frac{220}{0,4} = 550 \text{ мА}. \quad (5.2)$$

Струм замикання на землю, що стікає через повторне заземлення, визначається як:

$$I_{\text{з}} = \frac{I_{K3} \cdot R_{PE(2)}}{R_0 + R_{\Pi}} = \frac{110}{6} = 18,3 \text{ А}. \quad (5.3)$$

При цьому значення напруги нульової точки щодо землі складе:

$$U_0 = I_{\text{з}} \cdot R_0 = 18,3 \cdot 3 = 55 \text{ В}. \quad (5.4)$$

Значення напруги дотику для людини, що доторкнулася до першого корпусу, буде рівне значенню напруги на цьому корпусі щодо землі, яке можна визначити з виразу:

$$U_{K1} = U_0 - I_{K3} \cdot R_{PE(1)} = 55 - 550 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 22 \text{ В}. \quad (5.5)$$

У результаті шукане значення струму через тіло людини, що доторкнулася до першого корпусу, складе:

$$I_h = \frac{U_{K1}}{R_h} = \frac{22,0}{1} = 22 \text{ мА.} \quad (5.6)$$

Отже, за отриманими результатами видно, що необхідно передбачити захисне занулення із швидкістю відключення не більше 0,2 с при напрузі в мережі 380В і не більше як 0,4с при напрузі в мережі 220В.

5.2 Розробка заходів по забезпеченню надійності роботи Сатанівського консервного заводу в період хімічного ураження

5.2.1 Закон України про цивільну оборону

Основоположним документом щодо захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій є Закон «Про цивільну оборону України». Відповідно до цього Закону громадяни України мають право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, значних пожеж, стихійного лиха. Держава як гарант цього права створює систему цивільної оборони, мета якої захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного та воєнного характеру.

Заходи цивільної оборони поширюються на всю територію України, всі верстви населення, а розподіл за обсягом і відповідальністю їх виконання здійснюється за територіально-виробничим принципом. Завданнями Цивільної оборони України є:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;

- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний часи та постійне інформування його про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;
- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;
- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженням, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часів;
- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вміти застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

5.2.2 Класифікація СДОР

Сильнодіючі отруйні речовини (СДОР) – це токсичні хімічні сполуки, що утворюються у великих кількостях в процесі промислового виробництва, і спроможні у випадку руйнувань (аварій) на хімічно небезпечних об'єктах надходити до атмосфери, викликаючи масові ураження цивільного населення і особового складу Збройних Сил та інших силових міністерств і відомств.

За будовою і фізико-хімічними властивостями група СДОР неоднорідна. Біологічні ефекти отруєння багатозначні. Таким чином, класифікувати їх можна на основі первинного синдрому, який виникає при гострій інтоксикації. А тому речовини, які можуть викликати масові отруєння при руйнуванні хімічних об'єктів, розподіляють (за синдромологічною класифікацією) на такі групи:

1. Речовини з домінуючою задушливою дією:

а) з вираженою припікаючою дією (хлор, оксихлорид фосфору, 3-х хлористий фосфор);

б) з слабкою припікаючою дією (хлорид фосфору, хлорид сірки, метилізоціанат).

2. Речовини з домінуючою загальноотруйною дією (динітрофенол, етиленхлоридгідрин, етиленфторидгідрин).

3. Речовини, які володіють задушливою та загальноотруйною дією:

а) із вираженою припікаючою дією (акрилонітрил, азотна кислота);

б) із слабкою припікаючою дією (сірчистий ангідрид, сірководень, оксиди азоту, фтористий водень).

4. Речовини, що порушують генерацію, проведення та передачу нервового імпульсу (сірковуглець, фосфорорганічні сполуки ФОС).

5. Речовини, які володіють задушливою та нейротропною дією (аміак).

6. Цитотоксичні (метаболичні) отрути (оксид етилену, метилбромід, діхлорметилбромід, метилхлоргідрин, етан, діметилсульфат, діоксин, галогенізовані вуглеводні).

5.2.3 Засоби оповіщення при виникненні небезпечної ситуації (НС)

Для забезпечення управління цивільною обороною створюється загальнодержавна, територіальні і об'єктові системи зв'язку і оповіщення.

В системах оповіщення цивільної оборони на Сатанівському консервному заводі використовуються електросирени типу "С40" та спеціальна апаратура П160.

Електросирена "С40" забезпечує озвучення території в радіусі 300-700 м. Радіус озвучення залежить від рівня вуличних шумів, характеру і висоти забудови, висоти встановлення електросирени над поверхнею землі.

Апаратура П160 в комплекті з іншою апаратурою призначена для створення автоматизованих систем централізованого оповіщення цивільної оборони обласної ланки. Вона забезпечує передачу і прийом п'яти сигналів оповіщення, речової інформації і одного перевірконого сигналу, а також управління місцевими системами оповіщення (міст, районів). При передачі

речової інформації два із п'яти сигналів використовуються одночасно для переключення мовного тракту. Час проходження сигналу з отриманням підтвердження про його прийом в одній ланці не перевищує 3 с. Працює по діючим телефонним провідним і радіорелейним каналам зв'язку, а також по виділених фізичних ланцюгах. Передача сигналів і речової інформації здійснюється шляхом відбору каналу зв'язку у споживача на час передачі без попередження абонента об відборі.

Для оповіщення центральних і територіальних органів виконавчої влади і місцевого самоврядування, органів управління з питань НС та цивільного захисту населення, сил цивільної оборони та населення встановлюються спеціальні сигнали оповіщення ЦО на мирний і воєнний часи.

“УВАГА ВСІМ!” – це головний сигнал цивільної оборони. Подається включенням сирен, а також інших встановлених сигнальних засобів, для привернення уваги населення в екстремальних випадках, а потім передається мовне повідомлення.

На кожний випадок надзвичайних ситуацій управлінням (відділом) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту готуються варіанти повідомлень, які потім, з урахуванням конкретних подій, корегуються. Інформація передається протягом 5 хвилин після подачі звукових сигналів (сирени, гудки і т.д.).

5.2.4 Розробка заходів по забезпеченню надійності роботи Сатанівського консервного заводу в період хімічного ураження

Заходи які організовуються для захисту персоналу Сатанівського консервного заводу від хімічного ураження наступні:

1. Організація інженерного захисту. Інженерний захист населення, території, промислових і житлових об'єктів і споруд від надзвичайних ситуацій техногенного й природного характеру – це комплекс інженерних

споруд, інженерно-технічних, організаційно-господарських і раціонально – правових заходів, які забезпечують попередження й реагування на надзвичайні ситуації й ліквідацію їхніх наслідків.

Заходи інженерно-технічного захисту передбачають:

- планування й організацію укриття населення згідно з його приналежністю до груп (робоча зміна, населення, що проживає в небезпечній зоні) у захисні споруди ЦЗ, що відповідають вимогам ДБН В 2.2.5–97 «будівлі і споруди. Захисні споруди цивільної оборони»;
- створення фонду захисних споруд ЦО згідно з вимогами СНІП 2.01.51–90 «Інженерно-технічні заходи цивільної оборони»;
- якщо підприємство не має власних захисних споруд, то Головне управління з питань НС міста, де розташований завод, обов'язково повинне винести рішення про місце укриття найбільшої робочої зміни заводу.

Для екстреного укриття працівників заводу у випадку НС з виливом (викидом) аміаку можуть бути використані підвальні приміщення. Також повинна бути передбачена евакуація у безпечні зони.

2. Організація хімічного захисту. Для виявлення і уточнення хімічної обстановки організується розвідка, спостереження і постійний контроль.

Хімічний контроль організовується начальником штабу ЦО заводу і здійснюється особовим складом ланки радіаційно-хімічного спостереження. Контроль ведеться з моменту оголошення режиму підвищеної готовності розвідником-хіміком, а також силами виробничої лабораторії, спеціально підготовленими особами для проведення цих робіт. Для проведення радіаційно-хімічного контролю й розвідки ланка радіаційно-хімічного спостереження забезпечені приладами згідно встановлених норм, перевірка справності приладів, облік результатів дозиметричного й хімічного контролю ведеться згідно «Положення про дозиметричний і хімічний контроль у ЦО» і відображається у формалізованих документах.

3. Організація і здійснення спеціальної обробки. Спеціальна обробка включає проведення дегазації й дезактивації території, будинків, техніки,

устаткування, сировини й продукції при зараженні отруйними, небезпечними хімічними речовинами. Спеціальна обробка може бути частковою або повною. Виконання вимог цього виду захисту досягається своєчасним пристосуванням об'єктів комунально-побутового обслуговування й транспортних підприємств для проведення спеціальної обробки. На заводі для виконання цієї роботи можуть бути залучені працівники цехів і допоміжних підрозділів, що мають відповідну матеріальну базу.

Для захисту персоналу заводу від ураження застосовуються засоби індивідуального захисту органів дихання, тіла людини.

З огляду на короткий час утворення й проходження хмари зараженого повітря при викиді СДОР й утворення зони хімічного забруднення (ЗХЗ), невідкладними й першочерговими заходами є:

1) оповіщення персоналу й населення про аварію згідно «Схеми оповіщення»;

2) локалізація джерела забруднення силами чергової зміни компресорної заводу. При неможливості ліквідувати наслідки аварії силами заводу слід викликати оперативно-рятувальну службу міста;

3) встановлення водяних завіс увімкненням гідрозавіси, комунально-поливальної машини, гідрантів, водорозподільних кранів. При неможливості ліквідувати хмару зараженого повітря силами заводу слід викликати спецзгін державної пожежної охорони МВС України;

4) застосування засобів індивідуального захисту при аварії з викидом (виливом) СДОР (приладів ИП-4, протигазів КД, захисних костюмів Л-1, кислотних ватно-марлевих пов'язок), герметизація приміщень й евакуація працівників і населення із зараженої зони.

4. Забезпечення засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Забезпечення ЗІЗ досягається: завчасним нагромадженням і підтримкою в готовності ЗІЗ, приладів хімічної, радіаційної розвідки й дозиметричного контролю. У першу чергу, забезпечується позаштатне невоєнізоване аварійно-рятувальне формування ЦО заводу, що призначене для проведення рятувальних і інших

невідкладних робіт у забрудненій СДОР зоні, потім забезпечуються робітники та службовці заводу. Забезпеченню ЗІЗ також підлягає населення, що проживає поблизу заводу в зоні можливого хімічного зараження.

Видача ЗІЗ й приладів РХР проводиться на пункті видачі майна ЦО, (склад МТЗ заводу) силами ланки видачі майна ЦО.

5. Організація медичного захисту. На заводі є медичний пункт, в якому працює лікар місцевої поліклініки. Медичний пункт заводу укомплектований необхідними медичним устаткуванням, препаратами й засобами для надання долікарської допомоги у випадку виникнення НС на виробництві з ураженням працівників на різних етапах ліквідації наслідків аварії, пов'язаної зі СДОР.

6. Організація і проведення евакуаційних заходів. Евакуація – комплекс заходів щодо організованого виведення (вивезення) населення й персоналу заводу з районів (місць), зон можливого впливу наслідків надзвичайних ситуацій і розміщення його в безпечних районах (місцях) у випадку виникнення безпосередньої загрози життю й заподіяння шкоди здоров'ю людей. Евакуація працівників підприємства планується при надзвичайних ситуаціях на об'єктовому рівні та при надзвичайних ситуаціях державного й міського рівнів.

5.2.5 Висновки

Отже, розробка плану захисту персоналу від СДОР є невід'ємною складовою цивільного захисту на підприємстві. Розроблений у даній роботі план захисту підприємства є запорукою швидкого інформування персоналу, сусідніх з підприємством організацій, установ і населення, а також забезпечує ефективне і правильне реагування на аварійну ситуацію в результаті викиду СДОР. Сили і засоби, що залучаються для ліквідації наслідків аварії з виливом (викидом) СДОР забезпечать виконання

максимально можливого обсягу аварійно-рятувальних робіт, евакуаційних заходів з мінімальними матеріальними втратами та без людських жертв.

Загальні висновки

У магістерській роботі на основі аналізу роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6 та аналізу вихідної інформації запропоновано модернізацію даної машини.

На основі проведених розрахунків була доведена доцільність зміни конструкції вузла приводу фаршемішалки марки 25-ФМ6. Дана зміна конструкції вузла ґрунтується на заміні підшипників ковзання на підшипники кочення. Також було встановлено, що дана модернізація призводить не тільки до збільшення ефективності роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6, але і до підвищення надійності роботи даної машини. Це дозволяє зменшити час простоювання обладнання в ремонті. Використання підшипників кочення також дозволяє зменшити витрати на змащувальні матеріали, які використовують при експлуатації даної машини.

Також були розроблені конструкції завантажувальних і розвантажувальних механізмів, які значно підвищують продуктивність роботи фаршемішалки марки 25-ФМ6. Механізація дозволяє пришвидшити темп випуску продукції – м'ясних консервів, зменшити час, що затрачається на допоміжні операції при роботі на фаршемішалці марки 25-ФМ6, поліпшити умови експлуатації фаршемішалки марки 25-ФМ6 і правила із техніки безпеки. Було сконструйовано і розраховано завантажувальний і розвантажувальний механізми, які створюють можливість подальшої механізації усієї технологічної лінії.

Представлений механізм вивантаження складається із корпусу всередині якого розміщується рейкова передача, яка приводиться в рух вручну. Він кріпиться під місильним коритом і надійно закріплюється болтами до тумби фаршемішалки. Механізм завантаження перекидає візок із сировиною. Він перекидає сировину із візка в місильне корито фаршемішалки марки 25-ФМ6. Кут опрокидування візка із сировиною – 125° .

Механізм завантаження кріпиться болтами до опори фаршемішалки і фундаментними болтами до фундаменту.

До недоліків проведеної механізації можна віднести збільшення виробничих площ і витрат на електроенергію та мастильні матеріали.

З використанням методу аналізу розмірностей основних технологічних параметрів фаршемішалки марки 25-ФМ6 запропоновано модель споживання енергії під час перемішування м'ясного фаршу.

Встановлено, що:

- зі зростанням числа Re (Рейнольдса) у діапазоні 8,63 – 23,5 значення числа Kn (Ейлера) знижується від 0,25 до 0,05;
- зі зростанням числа Fr (Фруда) у діапазоні 0,016 – 0,1033 значення числа Kn (Ейлера) знижується від 0,25 до 0,05;
- зі зростанням частоти обертання шнекових робочих органів з 31 об/хв до 80 об/хв. споживання потужності зростає з 2 кВт до 9,5 кВт;
- спосіб реалізації процесу перемішування м'ясного фаршу (при внесенні 10% води чи без внесення води) обумовлює зростання спожитої потужності на 0,5 – 1,5 кВт;
- в процесі здійснення у мішалці перемішування, в'язкість м'ясного фаршу змінюється на 2 – 3 Па · с;
- розбіжність експериментальних результатів від отриманих теоретичним шляхом складає біля 2%.

Таким чином, отримане в роботі критеріальне рівняння досить точно описує енергоспоживання в процесі перемішування м'ясного фаршу в фаршемішалці марки 25-ФМ6.

Перелік посилань

1. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [текст] / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М.М. Пушанко, В.М. Гуцалюк, Ю.О. Заєць, М.М. Даценко, І.М. Заплетніков.- Вінниця: видавництво НОВА КНИГА, 2004.- 282с.
2. Закалов О.В. Визначення критеріїв надійності механізмів і машин [текст] / О.В. Закалов, А.І. Бортник. – Тернопіль: SAM-Studio, 2004. – 60с.
3. Закалов О.В. Проектування підприємств харчової промисловості [текст] / О.В. Закалов, І.О. Закалов.- Тернопіль: видавництво ТДТУ ім. І. Пулюя, 2007.-261с.
4. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв [текст] / О.В. Закалов, І.О. Закалов. –Тернопіль: видавництво ТДТУ ім. І. Пулюя, 2000. – 406с.
5. Назаров Н. И. Технология и оборудование пищевых производств [текст] / И.Н. Назаров. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 352 с.
6. Лунин О.Г. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств [текст] / О.Г.Лунин.- М.: Агропромиздат, 1991.— 384с.
7. Поперечний А.М. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв [текст] / А.М. Поперечний, В.О. Потапов, В.Г. Корнійчук. – Київ: «Центр учбової літератури», 2012.- 312с.
8. Горбатов А.В. Реологія м'ясних і молочних продуктів [текст] / А.В. Горбатов. – Москва: Харчова промисловість, 1979. - 382с.
9. Стренк Ф. Перемішування і апарати з мішалками [текст] / Ф. Стренк. – Санкт-Петербург: видавництво «Хімія», 1975. – 384с.
10. Ніколаєв А.П. Процеси і апарати харчових виробництв [текст] / А.П. Ніколаєв, А.С. Марценюк, Л.В. Зоткіна, О.Д. Стратиєнко, В.С. Бодров, П.С. Циганков, Ю.В. Карлаш, В.Н. Головченко, Н.В. Погорєлова, О.Г. Муравська. – Київ: «Вища школа», 1992. – 232с.

11. Гореньков Є.С. Обладнання консервного виробництва [текст] / Є.С. Гореньков, В.Л. Бібергас.-М.: Агропромиздат, 1989.-255с.

12. Чернавський С.А. Курсове проектування деталей машин [текст] / С.А. Чернавський, К.Н. Боков, І.М. Чернін, М.Г. Іцкович, В.П. Козінцов.- Москва: «Машинобудування», 1988. - 415с.

Додатки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том III

**VIII Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів
27-28 листопада 2019 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2019**

УДК 637.1:628

О.Р. Кордуба

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОЇ СІР-МИТТЯ

O.R. Korduba

CIP FEATURES

Термін " СІР-миття "походить від англійського Cleaning In Place, в перекладі: "очищення на місці". Дана аббревіатура має на увазі внутрішню санітарну безрозбірного миття технологічного обладнання та трубопроводів.

Зі зростанням вимог до санітарно-гігієнічного стану харчових виробництв і збільшенням витрат на оплату праці циркуляційна мийка набуває все більшого значення. Цей вид санітарної обробки, давно відомий у молочній та пивоварній промисловості, в даний час знайшов застосування і в тих галузях харчової промисловості, де вдалося його адаптувати до виробничого процесу. Циркуляційну мийку з успіхом використовують для очищення трубопроводів, теплообмінників, центрифуг, гомогенізаторів і т.д. Установки відрізняються різним ступенем автоматизації і можуть бути забезпечені як звичайними таймерами, так і повністю автоматизованою комп'ютерної контрольної системою.

Вибір установки залежить від фінансових можливостей підприємства, оплати праці персоналу та виду забруднень.

Принцип дії циркуляційної мийки заснований на поєднанні хімічної активності очисника і механічного впливу. Очищуючий розчин знаходиться в контакті із забрудненою поверхнею протягом певного часу, при заздалегідь заданій концентрації очисника, температурі і механічному впливі. Щоб така технологія була ефективною, потрібно відносно великий обсяг очищаючого розчину і час впливу - від 5 хв (у разі нескладних забруднень) до 1 год.

Для оптимізації процесу вода, застосовувана в циклі заключного ополіскування, може бути використана в наступному миючому циклі. На деяких молочних заводах використані розчини очищають методом ультрафільтрації і використовують на стадії попереднього ополіскування.

Конструкція циркуляційної мийки вибирається індивідуально для кожного підприємства і залежить від виду забруднень, конструкції і матеріалу обладнання (ідеальний матеріал для такої мийки - нержавіюча сталь), технологічної схеми виробництва та особливостей приміщення.

Основним чинником забезпечення високої якості продукту, що випускається в усіх технологічних процесах є виконання санітарно-гігієнічних вимог, яке досягається тільки за рахунок правильно підібраних режимів миття обладнання.

Централізоване безрозбірне миття і дезінфекція обладнання і трубопроводів - один з ключових елементів забезпечення і підтримання належного санітарно-гігієнічного стану на сучасних харчових виробництвах. Правильна побудова і експлуатація подібних систем дозволяє не тільки забезпечити випуск безпечної і якісної продукції, підвищити термін її придатності, але й істотно знизити витрати підприємства на процедури поточного контролю технологічних процесів і продукції, підвищити ефективність сучасних систем менеджменту якості.

8.	Г.Й. Островська, Ю. А. Будна, В.-Х. В. Олексій НАНОТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	84
9.	М.В. Попелуйко, О.В. Бендерська, В.В. Шутюк ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ НА ТРИВАЛІСТЬ ВЯЛЕННЯ ТОМАТІВ	86
10.	В.Р. Сельський, П.М. Павлусик КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ЯБЛУК, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ	87
11.	О.Я. Сиротюк ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗУ	88
12.	І.М.Хомета, С.В.Звіжинський УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ СУСПЕНЗІЙ КРОХМАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	89
13.	А.О.Шум, О.М.Крупа ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ СМАКО-АРОМАТИЧНИХ НАПОВНЮВАЧІВ В КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЯХ	90
14.	Ю.А. Щур ОБГРУНТУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ, ЗАЛЕЖНО ВІД МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ МОЛОКА- СИРОВИНИ	91
15.	В. Р. Яцуляк, Р.І. Михайлишин ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ НА ЇЇ МУКОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ	92
16.	Т.В. Білик ОСОБЛИВОСТІ ЗАМІШУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТІСТА	94
17.	С.В. Каземир РОТОРНО-ВИХРОВІ АПАРАТИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ЕМУЛЬСІЙ	95
18.	О.В. Нішун ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ МАКАРОННИХ ПРЕСІВ	96
19.	О.Р. Кордуба ОСОБЛИВОСТІ СІР-МИТТЯ	97

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.	Є.В. Аннич, Л.Б. Кругляк СУЧАСНІ ФОРМИ ТА СПОСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ	98
----	--	----