

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

_____ .
магістр

(освітнього рівня)

на тему **Удосконалення конструкції робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 з їх дослідженням в процесі замішування тіста.**

Виконав: студент VI курсу, групи МОм-51
спеціальності

133 "Галузеве машинобудування" .

(шифр і назва спеціальності)

	_____ . (підпис)	<u>Білик Т.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	_____ . (підпис)	<u>Шинкарик М.М.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____ . (підпис)	<u>Ворощук В.Я.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	_____ . (підпис)	_____ . (прізвище та ініціали)

Тернопіль - 2019 року

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра обладнання харчових технологій

Освітній рівень магістр

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Обладнання харчових технологій

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

"7" жовтня 2019 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Білику Тарасу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення конструкції робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 з їх дослідженням в процесі замішування тіста.

керівник роботи к.т.н., проф. Шинкарик М.М.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "7" жовтня 2019 року №4/7-887

2. Строк подання студентом роботи "17" грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації монтажу та технічного обслуговування і ремонту тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01. Існуюча технологія виготовлення хлібобулкових виробів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Технологічна частина.

3. Конструктивна частина. 3.1. Опис будови і роботи тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01. 3.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01. 3.3. Структурний аналіз тістомісильної машини.

3.4. Розрахунок приводу діжі. 3.5. Розрахунок циліндричної передачі приводу місильного органу. 3.6. Заходи з монтажу і експлуатації тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01. 4. Моделювання робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 в процесі замішування тіста. 5. Спеціальна частина. 6. Обґрунтування

економічної ефективності. 7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки. 7.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях. 8. Екологія. Загальні висновки.

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

1. Тістомісильна машина марки Г4-МТМ-330-01 (3 л.ф.А1)

2. Механізм приводу тістомісильної машини моделі Г4-МТМ-330-01 (1 л.ф.А1)

3. Редуктор приводу діжі тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01 (1 л.ф.А1)

4. Дослідження робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 в процесі замішування тіста (5 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Обґрунтування економічної ефективності	Мосій О.Б.– к.е.н., доц.		
Охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кравець О.І.– к.т.н., доц. Стручок В.С. – ст. викл.		
Екологія	Зварич Н.М. – к.т.н., доц.		
Спеціальна частина	Вітенько Т.М. – д.т.н., проф.		
Нормоконтроль	Ворожук В.Я. – к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання “7” жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.	21.10.19	
2	2. Технологічна частина.	28.10.19	
3	3. Конструктивна частина.	10.11.19	
4	3.1. Опис будови і роботи тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-0І.	25.10.19	
5	3.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-0І.	28.10.19	
6	3.3. Структурний аналіз тістомісильної машини.	30.10.19	
7	3.4. Розрахунок приводу діжі.	05.11.19	
8	3.5. Розрахунок циліндричної передачі приводу місильного органу.	10.11.19	
9	3.6. Заходи з монтажу і експлуатації тістомісильної машини Г4-МТМ-330-0І.	15.11.19	
10	4. Моделювання робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 в процесі замішування тіста.	05.12.19	
11	5. Спеціальна частина. 64	25.10.19	
12	6. Обґрунтування економічної ефективності.	05.11.19	
13	7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	20.11.19	
14	8. Екологія.	25.11.19	
15	Графічна частина	10.12.19	
16	Тістомісильна машина марки Г4-МТМ-330-01 (3 л.ф.А1)	25.10.19	
17	Механізм приводу тістомісильної машини моделі Г4-МТМ-330-0І (1 л.ф.А1)	01.11.19	
18	Редуктор приводу діжі тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01(1 л.ф.А1)	15.11.19	
19	Дослідження робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 в процесі замішування тіста (5 л.ф.А1)	10.12.19	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Білик Т.Б.

(прізвище та ініціали)

Шинкарик М.М.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Автор дипломної роботи: Білик Тарас Васильович

Тема дипломної роботи: Удосконалення конструкції робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 з їх дослідженням в процесі замішування тіста.

Дипломну роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2019 році

Дипломна робота складається з пояснювальної записки обсягом 108 сторінок (30 рисунків, 12 таблиць) та графічної частини з 10 креслень формату А1. У дипломній роботі пропонується технічне рішення із удосконалення місильних органів машини Г4-МТМ-330-01 подальшим комп'ютерним дослідженням.

Основні завдання, які вирішуються в дипломній роботі:

аналіз сучасних конструктивних і технологічних рішень для замішування тіста;

аналіз конструктивних рішень місильних робочих органів;

розробка заходів з модернізації тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01;

технологічні розрахунки тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01;

структурний кінематичний аналіз тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01;

конструктивні розрахунки тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01;

розробка заходів з експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01.

моделювання із застосуванням SolidWorks Simulation місильних органів машини Г4-МТМ-330-01;

аналіз результатів досліджень.

Також в дипломній роботі обґрунтування прийнятих в роботі рішень, вирішення питань охорони праці, охорони наволишнього середовища, і безпеки життєдіяльності.

Зміст

Завдання	
Реферат.....	4
Зміст.....	5
Вступ	7
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження	8
1.1. Вихідна інформація для розробки дипломної роботи.....	8
1.2 Аналіз обладнання для замішування тіста	9
1.3 Аналіз роботи робочих органів існуючих тістомісильних машин	14
1.4. Застосування математичного моделювання при дослідженні процесів замішування тіста	18
1.5. Основні технологічні процеси при виробництві хлібо-булкових виробів, види сировини і її характеристики	20
1.6. Висновки.....	25
2. Технологічна частина	26
2.1. Технологія виготовлення дрібноштучних хлібобулкових виробів	26
2.2. Опис технологічної операції, яка виконується на тістомісильній машині	29
2.3. Заходи з модернізації тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01.....	29
2.3. Технологічний розрахунок тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01	30
3. Конструктивна частина	32
3.1. Опис будови і роботи тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01	32
3.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01	33
3.3. Структурний аналіз тістомісильної машини.....	34

3.4. Розрахунок приводу діжі.....	36
3.5. Розрахунок циліндричної передачі приводу місильного органу	44
3.6. Заходи з монтажу і експлуатації тістомісильної машини Г4- МТМ-330-0І	53
4. Моделювання робочих органів тістомісильної машини Г4- МТМ-330-0І в процесі замішування тіста.....	56
5. Спеціальна частина.....	64
6. Обґрунтування економічної ефективності	69
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
7.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки.....	79
7.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	86
7.2.1. Проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на підприємствах харчової та переробної промисловості в осередках ураження	86
7.2.2. Здійснення заходів щодо знезаражування обладнання, транспортних засобів, харчової сировини та напівфабрикатів, промислових будівель у разі виникнення радіаційного, хімічного, бактеріологічного їх забруднення(зараження).....	92
8. Екологія.....	98
8.1. Напрямки екологізації хлібопекарських виробництв	98
8.2. Забруднення довкілля хлібопекарського виробництва та боротьба з ними	101
Загальні висновки	104
Перелік посилань	106
Додатки	
Дотаток А	
Специфікації	

Вступ

Методи моделювання широко використовуються в різних сферах людської діяльності, особливо в сферах проектування і управління, де основними є процеси ухвалення ефективних рішень на основі інформації, що отримується. Virізняють натурні, фізичні, мовні та математичні моделі. Вони сьогодні створюють відповідність модельованому фізичному процесу системи. Дані співвідношення вирішують отримати відповідь на питання про поведінку об'єкту без створення фізичної моделі, яка часто є дорогою і малоефективною. Отже, *математичною моделлю* називається сукупність математичних співвідношень, рівнянь, нерівностей, що описують основні закономірності, властиві досліджуваному процесу, об'єкту або системі. Необхідною умовою для переходу від дослідження об'єкта до дослідження моделі і подальшого перенесення результатів на об'єкт дослідження – вимога адекватності моделі і об'єкта. Оскільки будь-яка модель простіша за оригінал, ніколи не можна говорити про абсолютну адекватність, при якій модель за всіма характеристиками відповідає оригіналу.

При дослідженні роботи існуючого технологічного обладнання харчової промисловості, а також в ході проектування його нових зразків існує ряд процесів, які складно описати існуючими методами математичного апарату. До таких процесів можна віднести і процес замішування, для якого складно уявити та описати поведінку в'язкої рідини в місильній ємкості, і при цьому отримати розподіл швидкостей по всіх точках об'єму, інтенсивність дисипації кінетичної енергії, енергетичні показники питомої роботи та потужності. Отримати перераховані вище величини і показники допомагають сучасні комп'ютерні технології, при цьому значно зменшуються витрати на проведення фізичних експериментів. Повна відмова від останніх неможлива, бо тільки з їх допомогою можна довести адекватність виконаних обчислень і розрахунків.

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

1.1. Вихідна інформація для розробки дипломної роботи

Завданням на дипломну роботу передбачається розроблення заходів з модернізації робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 з їх дослідженням в процесі замішування тіста.

Машина тістомісильна моделі Г4-МТМ-330-01 призначена для замісу різних сортів тіста в цехах підприємств громадського харчування.

Технічні характеристики

Місткість діжі, л	140
Час одного замісу, хв	7–20
Завантаження діжі у відсотках від її об'єму:	
— дріжджове тісто для смажених пиріжків вогкістю 41 –42 відсотка), не більше	50–55
— дріжджове тісто для смажених пиріжків, не більш	40
— здобне дріжджове тісто (типу тіста для булочок з горіхами, із вмістом жиру 8 відсотків, не більш	50
— прісне тісто (для булочок типу “слойка” вогкістю 20 ... 41 відсоток, не більше	30
Частота обертання діжі, об/хв	4,1
Частота обертання важеля мішалки, об/хв	26; 75
Тип електродвигуна	A02 31–4M301
Число оборотів електродвигуна, об/хв	1430
Потужність електродвигуна, кВт	2,2
Напруга електродвигуна, В	220/380
Частота струму, Гц	50

1.2 Аналіз обладнання для замішування тіста

Місильна машина з Z-подібними лопатями (рис.1.1) складається зі станини 1, місильного корита 2, двоподібних місильних органів 3, кришки 4, приводу місильних органів і привідного механізму для перевертання місильного корита.

Привідний механізм місильних органів складається з електродвигуна 6, який передає через клинопасову передачу 7 і дві пари циліндричних косозубих шестерень 8 і 9 рух місильним органам, які обертаються з однаковою частотою.

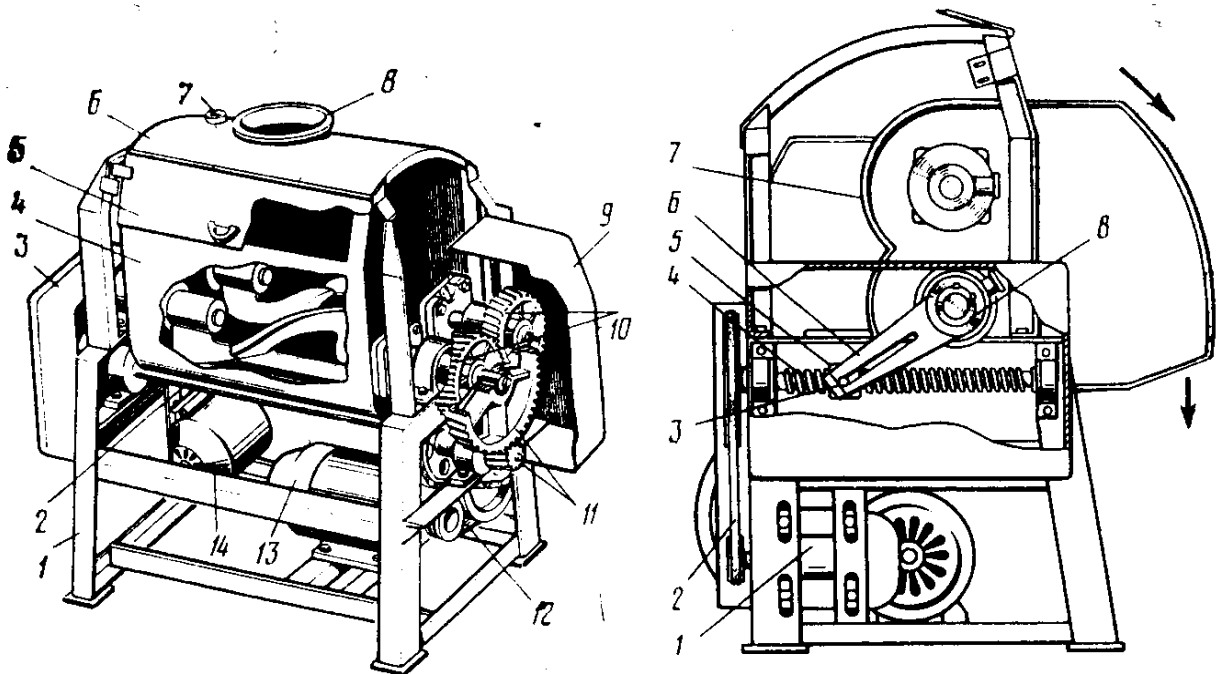


Рис. 1.1 Місильна машина ТМ-63 з Z-подібними лопатями

Для вивантаження тіста місильне корито повертається на 90° навколо осі переднього місильного органу від електродвигуна 10 за допомогою клинопасової передачі 11, циліндричної 12 передач, черв'яка 13 і сектора 5. Зверху корито закривається кришкою 4, яка складається з двох частин: нерухомої і прикріпленої до осі на петлях відкидної.

Для інтенсивної змішування значних мас сипких і рідких харчових продуктів застосовуються змішувачі з робочими органами типу В. Модифікації таких робочих органів представлена на рис.1.2.

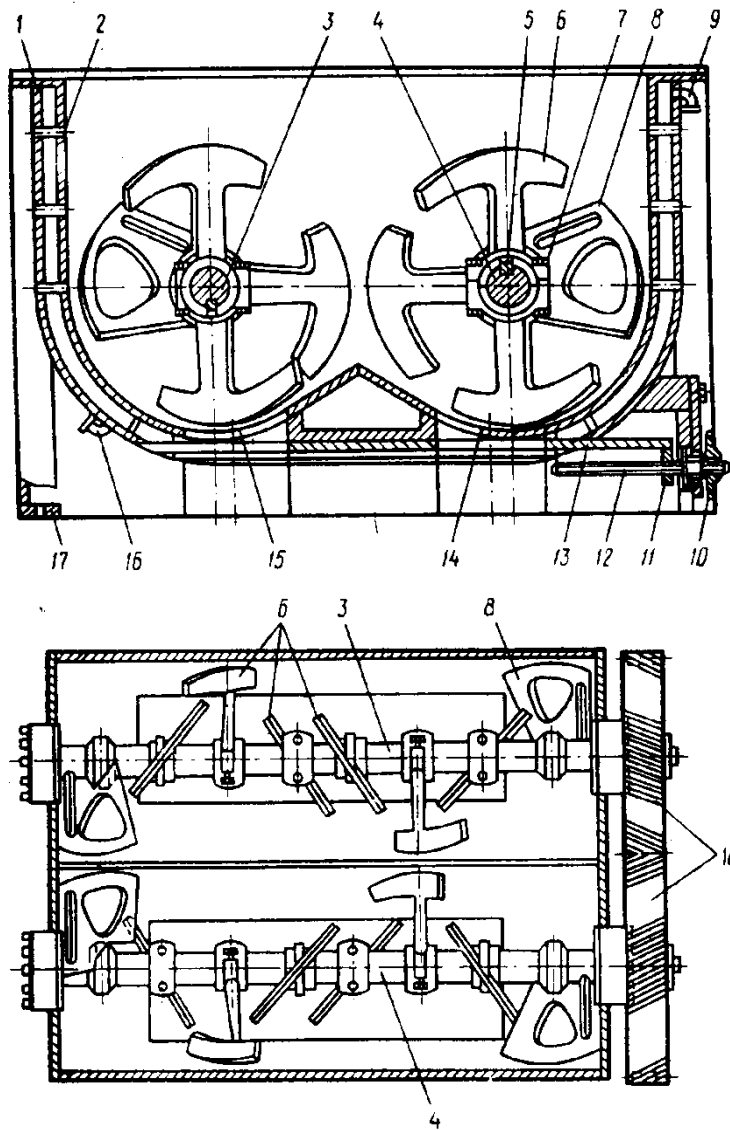


Рис. 1.2. Місильна машина РТС з фігурними лопатками.

Місильна машина з шарнірним валом, що обладнана місильним органом складної конструкції, призначена для приготування житньо-пшеничного і пшеничного тіста різних сортів, а також для замісу тіста для бубликових виробів (рис.1.3).

Машина складається з корпусу 17, основи 4, правої 18 і лівої опор проміжного каркаса, кришки 13, місильної камери 14 з розміщеним всередині її робочими органами 12 і приводу.

Корпус машини призначений для встановлення і монтажу електродвигунів, механізмів приводу робочого органу, місильної камери, пульта управління 15, електрообладнання.

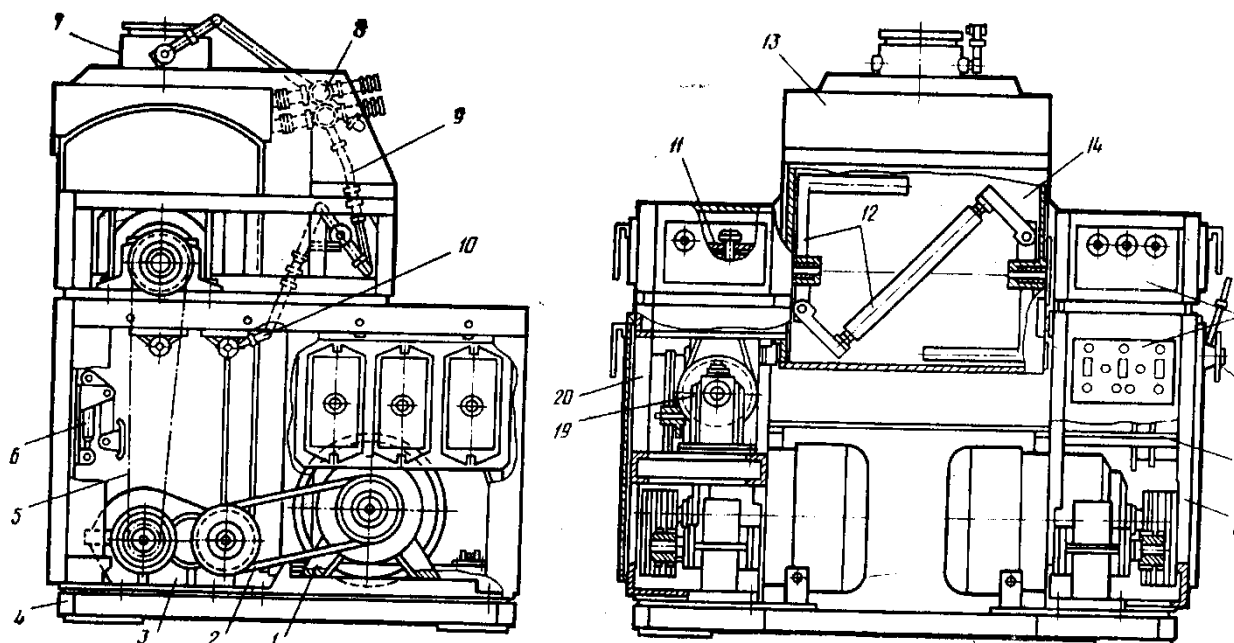


Рис. 1.3. Місильна машина ТПИ-1 з шарнірним валом.

Основа 4 представляє собою прямокутну площадку, на якій болтами і контрольними шпильками кріпляться права 18 і ліва 20 опори.

Кришка 13 представляє зварну раму, обшиту листовою сталлю. На кришці є бункер 7 з шибром для завантаження муки і два патрубки з кранами 8 для подачі в місильну камеру рідких компонентів.

Місильна камера представляє собою ємність з напівциліндричним дном. До боковин місильної камери кріпляться ліва 11 і права опори, які, в свою чергу, встановлюються на верхніх площадках стійок. Кожна з опор представляє собою підшипник ковзання, всередині якого проходить шліцевий вал. На шліцевому валі з однієї сторони встановлена привідна зірка, а з другої закріплений робочий орган 12. Робочий орган складається з двох хрестовин, що

з'єднані циліндричною штангою. При замісі тіста штанга змінює своє положення і змушує переміщатися масу всередині камери в різних напрямках, що дозволяє отримати однорідну масу.

Привід хрестовин робочого органу складається з трьохшвидкісного електродвигуна 1, клинопасової передачі 2, циліндричного редуктора 3, ланцюгової передачі 5. Натяжний пристрій 6 призначений для натягування ланцюга.

Для вивантаження готового тіста місильна камера повертається навколо горизонтальної осі на кут 120°.

Для ізоляції приводу повороту місильної камери від динамічних навантажень, місильна камера закріплюється в вертикальному стані за допомогою фіксатора 16.

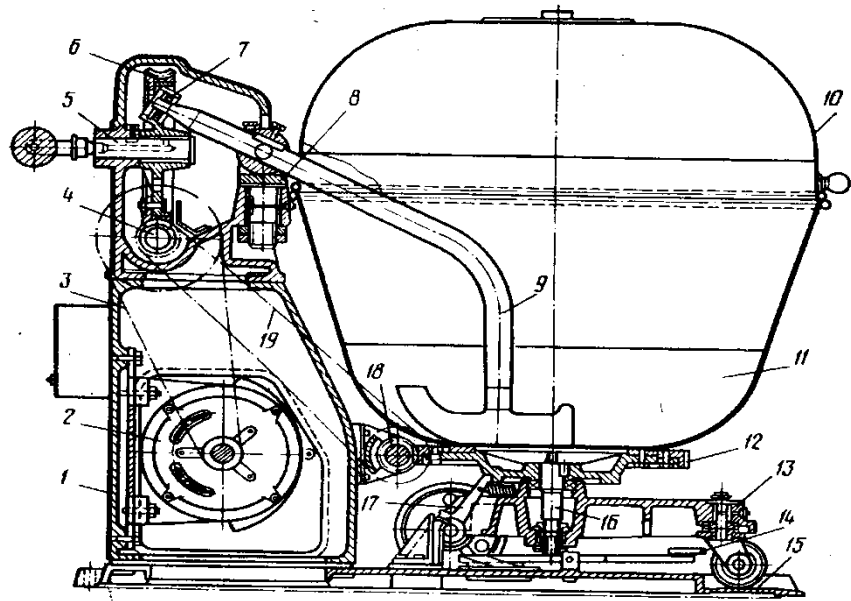
Управління роботою машини здійснюються з пульта 15, який складається з блоків управління і реле. За допомогою реле програмується час замісу.

Заміс на машині здійснюється з автоматичним відпрацюванням трьох режимів руху робочого органу. При кожному режимі робочий орган має наступну частоту обертання: 60, 90, 120 об/хв. Час роботи на кожній частоті обумовлений фізико-хімічними властивостями муки.

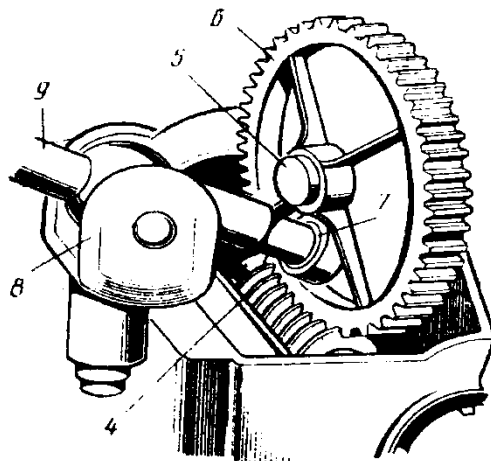
Місильна машина "Стандарт" призначена для змішування сипких і рідких або пластичних продуктів (рис.1.4). Складається з чавунного корпусу 1, встановленого на фундаментній плиті, місильного органа 9 і підкатної діжі 11.

Місильний орган виконаний у вигляді зігнутого під кутом важеля, робочий кінець якого має фігурну лопать, яка по формі відповідно профілю діжі. Важіль місильного органа опирається на шарнірну вилку 8 і вставлений в підшипник 7, запресований в корпус черв'ячного колеса.

Місильний орган приводиться в рух від електродвигуна ($P = 4,5$ кВт, $\omega = 1440$ об/хв) через клинопасову передачу 3, черв'як 4 і черв'ячне колесо 6, вільно насаджене на палець 5. При обертанні черв'ячного колеса пряма ділянка важеля описує коло, а зігнута - складну просторову криву. Число коливань місильного важеля 23,5 об/хв.



а)



б)

Рис.. 1.4. Місильна машина “Стандарт”:

а-загальний вигляд; б-механізм приводу місильного органу.

Діжа являє собою стальну штамповану ємність, яка центральною цапфою 10 вставлена у втулку трьохколісної каретки 13. Під днищем діжі закріплене черв'ячне колесо 12, яке входить в зачеплення з черв'яком 18. Діжа приводиться в рух від вала черв'яка 4 через клинопасову передачу 19 з частотою 5,9 об/хв. Місткість діжі 330 л.

Для замісу тіста діжа накочується на фундаментну плиту 15, каретка 13 закривається важелем 17, після чого закривається кришка 10 і машина вмикається.

По закінченні замісу вимикають електродвигун 2, піднімають ковпак 10, перевіряють, де знаходиться лопать тістомісильного важеля 9. Якщо важіль зупинився в нижньому положення, необхідно його перевести в верхнє. Потім ногою натискають на педаль 14, звільняють діжу і тягнуть її до себе до тих пір, поки діжа під дією власної маси на скотиться по похилій поверхні.

1.3 Аналіз роботи робочих орнагів існуючих тістомісильних машин

В даний час в хлібопекарській промисловості розвинених країн використовуємося велика кількість різноманітних тістомісильних машин. Тістомісильні машини займають одне з провідних місць в технологічній лінії при виготовленні хлібобулочних виробів. Якість замісу опари та тіста суттєво впливає на якість готових виробів. Основними етапами технологічного процесу замішування тіста є підготовка вихідних компонентів, їх дозування, перемішування. Однорідність тіста є основною вимогою якості, адже від того, наскільки рівномірно окремі компоненти будуть розподілені в основному об'ємі, залежать характеристики одержаного готового продукту. Саме тому тістомісильна машина є найбільш відповідальним обладнанням технологічного ланцюга з виготовлення хлібобулочних виробів.

На сучасному етапі розвитку хлібопекарської промисловості для виробництва хлібобулочних виробів використовуються тістомісильні машини різних конструкцій [3,4]. Найбільш поширеними є машини циклічної та безперервної дії. Причому, частіш за все зустрічаються періодичні (циклічні) тістомісильні машини з горизонтальним та вертикальним привідним валом. Вони характеризуються гнучкістю при роботі із компонентами різного складу, а циклічність процесу замішування дозволяє готувати їх в об'ємі, що дорівнює одному замісу. Для вивчення та удосконалення різного класу тістомісильних

машин необхідно знати їх структуру та функціональне призначення окремих конструктивних елементів. При сучасній різноманітності тістомісильних машин, що використовується в хлібопекарській промисловості, їх можна класифікувати за загальними ознаками:

1. характером (способом) дії на компоненти, що обробляються;
2. структурою робочого циклу;
3. ступенем механізації та автоматизації;
4. принципом взаємозв'язку у виробничому потоці;
5. функціональною ознакою.

У сучасних машинах робочий орган має постійну і незмінну геометричну форму, певне місце і просторову орієнтацію в ємкості. За класичною схемою побудовані, наприклад, тістомісильні машини А2-ХТБ, ІС-120, ДК, І8-ХТА, А2-ХТТ, машини європейських виробників і багато інших. При таких схемах можна регулювати тільки число обертів її робочого органу. У відомих вітчизняних тістомісильних машинах число обертів в основному не регулюється. Таким чином, практично відсутня можливість впливати на якість перемішування. Такі тістомісильні машини конструктивно є складними в управлінні та обслуговуванні. До такого класу тістомісильних машин відносяться «Твіді», ІМК-150, «Таглавіні» (Італія), «Глімек» (Швеція), «Діосна» (Німеччина).

Машини з одним робочим органом по своїй конструкції є простими. В них виконавчі механізми характеризуються умовами роботи робочого органу (рис.1.5). Робочий орган знаходиться у безпосередньому контакті з компонентами, які замішуються продовж всього циклу. Тому вони працюють у постійно змінних умовах. До такого класу машин можна віднести вище згадані та ІС-120, ЕSI-140/80, ДК, А2-ХТБ і багато інших.

Відомі також тістомісильні машини безперервної і періодичної роботи, робочі органи яких знаходяться в контакті з компонентами, що замішуються, лише на протязі частини циклу руху (робоче переміщення). Інший час робочі органи знаходяться в неробочому положенні (холосте переміщення). До такого

класу машин мажна віднести ТММ-1М, Т1-ХТ2А, фірми «Луїзель» (Франція), «Діосна» (Німеччина). Тістомісильні машини приводять в рух робочі органи, головним чином, індивідуальними електродвигунами.

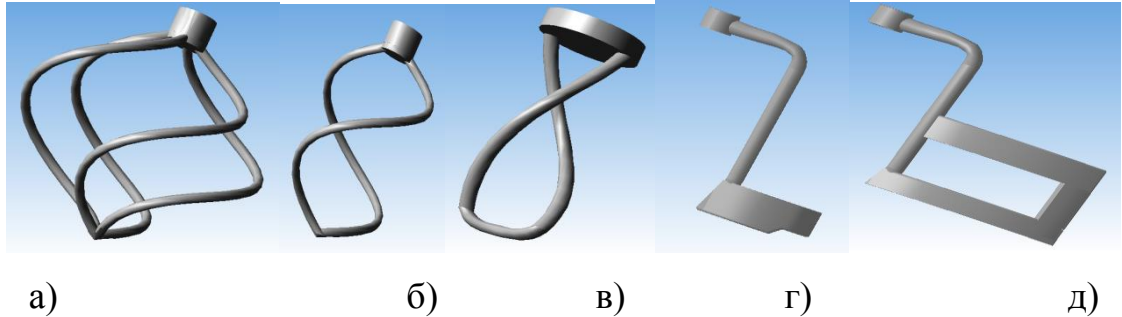


Рис. 1.5. Постійно діючі робочі органи: а – вінець; б – цикл; в – плаха; г – зачепа; д – захват.

Необхідність зменшувати витрати енергії на заміс обумовлює відмову деяких виробників тістомісильного обладнання від обертання діжі. Щоб забезпечити при цьому якісний заміс, необхідно за допомогою робочого органу забезпечити достатню циркуляцію тіста. Так, розроблено (рис. 1.6) просторовий тістомісильний механізм, що складається з гідроциліндра зворотно-поступальної дії та тістомісильної лапи. Поршень зі штоком гідроциліндра виконаний як одне ціле з кутниковим важелем, що входять зі стійкою і з просторовим коромислом у циліндричні кінематичні пари (четвертого класу), а просторове коромисло, жорстко поєднане з лапою тістомісильного механізму, з'єднане зі стійкою через сферичну кінематичну пару (третього класу). Винахід дозволяє покращити якість перемішування тіста і спростити конструкцію механізму.

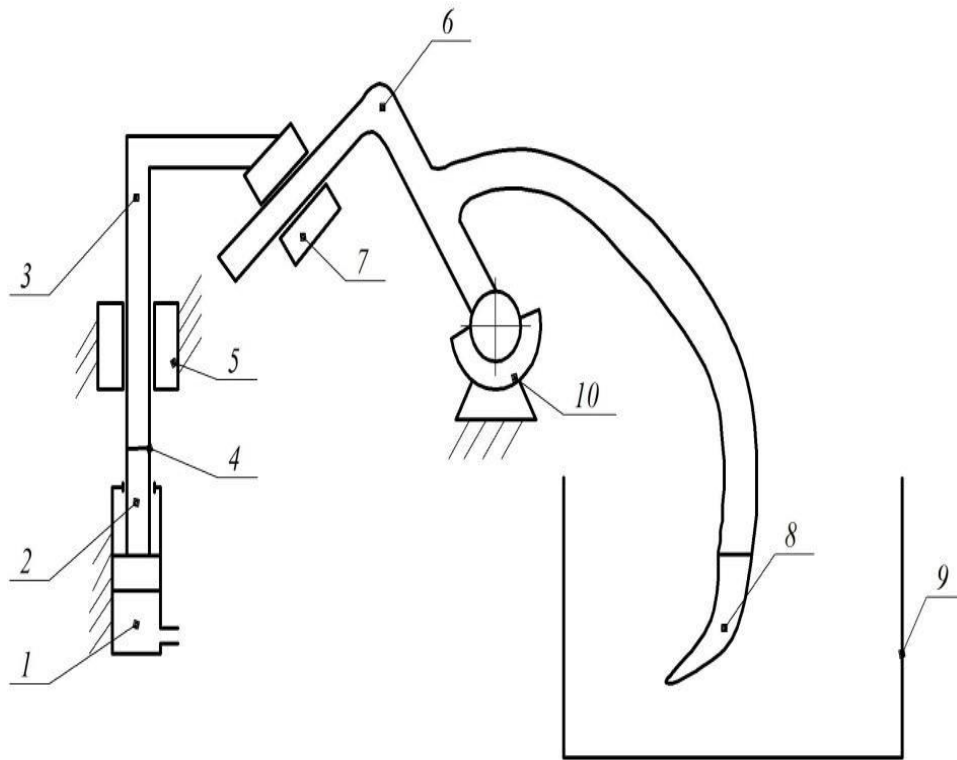


Рис. 1.6. Просторовий тістомісильний механізм: 1 – гідроциліндр; 2 – шток поршня; 3 – кутників важіль; 4 – жорстке з'єднання; 5, 7 – циліндричні кінематичні пари (четвертого класу); 6 – просторове коромисло; 8 – тістомісильна лапа; 9 – ємкість з тістом; 10 – сферична кінематична пара (третього класу).

Проблема узгодження їх робочих режимів з параметрами сировини та іншими складовими рецептури, вирішується різними винахідниками по-різному. Необхідно передбачити, щоб робочі органи машини виконували таку механічну дію на компоненти, яка буде спрямована на створення умов для різних процесів та операцій, зв'язаних певною послідовністю. Така машина забезпечить прискорення процесів, економію праці та виробничих площ, зменшення втрат, зниження використання енергії та зменшення експлуатаційних витрат.

Аналіз існуючого обладнання та технологій показує, що в провідних фірмах-виробниках тістомісильної техніки для хлібопекарської галузі в даний час існує стійка тенденція до створення комп'ютерно-керованих технологічних машин та інтегральних технологій. Однак слід підкреслити, що робочі органи

існуючих машин мають постійну і незмінну геометричну форму. Регулюється в таких машинах лише число обертів привідного валу. Цілком очевидно, що такі технічні рішення нічого принципово нового не дають, але серйозно ускладнюють кінематику машини, її обслуговування та управління.

Проте природні обмеження, що пов'язані з швидкостями протікання в тісті фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів – є серйозною перешкодою для подальшого розвитку цього напрямку. Аналіз якості хлібобулочних виробів підтверджує, що багато технологічних процесів замішування вже досягли або наблизилися до своїх граничних параметрів. Спроба подальшого їх прискорення за рахунок інтенсифікації роботи машин шляхом підвищення робочих параметрів може привести до суттєвого погіршення якості готових виробів.

З короткого аналізу особливостей і стану сучасного обладнання і способів процесу замішування випливає, що проблема пошуку нових напрямків у харчовому машинобудуванні і способів замішування, які вирішили б частково або повністю перераховані проблеми, як і раніше надзвичайно актуальна.

1.4. Застосування математичного моделювання при дослідженні процесів замішування тіста

Необхідно зазначити, що сучасні стандарти ефективного проектування технологічного обладнання накладають деякі вимоги на підготовчі, проміжні та заключні етапи відповідних робіт, допоміжне забезпечення (методичне, інформаційне, математичне, програмне тощо). Математичні моделі, серед іншого, підпорядковуються необхідності наступної чисельної реалізації та автоматизації обчислень, при цьому не зменшується важливість адекватних спрощень задля економії машинного часу та покращення збіжності чисельних методів, а програмні продукти потребують наявності зручного інтерфейсу користувача, можливості розширення та інтегрованості [2-6].

Практична реалізація моделювання функціонування тістомісильних машин передбачає вирішення двох дуже складних питань. Перше питання пов'язане з вибором концепції моделювання, тобто визначенням типу моделі, яка б була адекватною щодо проблем замішування з дослідженням в рамках накладених обмежень. Друге питання пов'язане безпосередньо з розробленням моделі машини в рамках вибраної концепції за допомогою існуючих або розроблених методологій аналізу та проектування складних систем.

Проблема ускладнюється тим, що концепція представлення систем, процесів та явищ у вигляді моделей є настільки загальною, що практично неможливо заснувати класифікаційну схему, яка охопила б всі можливі підходи в методології моделювання. Таким чином, проблема вибору коректного типу моделі тістомісильної машини, яка адекватно описувала б процеси замішування в робочій камері машини та дозволила б їх досліджувати з заданою точністю, є дуже складною і комплексною. Вирішення цієї проблеми полягає в дослідженні та аналізі конструктивних та технологічних параметрів, структурно – механічних параметрів тіста та хліба, що дозволить окреслити предметну будову машини та визначитися з концепцією моделювання. Структурний підхід базується на використанні організаційної структури машини як основи для моделювання технологічних процесів та процесів управління.

В галузі змішування математичне моделювання застосовують досить широко. Серед матеріалів, які розглядалися іншими авторами, найбільший інтерес викликають крохмалемісткі матеріали, напівфабрикати із борошна. Хоча всі перераховані моделі розроблені для випадку динамічного руху і моделюють поведінку компонентів у неізотермічних умовах, ознайомлення з ними має досить велике значення. Так, у [11] наведено рівняння регресії, яке представляє собою зв'язок між показниками якості та параметрами, що на них впливають – питомою механічною енергією, температурою, тривалістю і частотою обертання робочих органів.

В роботі запропонована модель, що описує динаміку росту пузирчиків при стисканні пшеничного тіста. Розглядаються втрати в навколишнє

середовище теплоти і вологи з комірки, розміри якої збільшуються, і вплив зовнішніх умов на цей процес.

Остріковим і Абрамовим [12] створена класична математична модель, що побудована на рівняннях збереження руху в'язкого матеріалу, яка враховує аномалію в'язкості. Однак вона передбачає перетворення отриманої системи диференціальних рівнянь до безрозмірно-критеріального вигляду з використанням критеріїв Re , Eu , Ec , Pe , що не досить зручно.

Реологічні рівняння, які використовуються у всіх перерахованих роботах, не можуть задовільно описати поведінку дріжджового тіста, яке характеризується як пружно-пластично-в'язкий матеріал, тому є потреба знайти інший вираз для рівняння стану. Окрім того, і залежність в'язкості від зовнішніх умов повинна характеризувати саме пшеничне дріжджове тісто відповідної рецептури. Недоліком вище згаданих робіт є не врахування сил тертя, що спрощує розв'язок поставлених задач, але не дозволяє отримувати реальну картину процесу.

Таким чином, створювати математичну модель процесу замішування дріжджового пшеничного тіста слід з урахуванням реологічних особливостей матеріалу, що деформується, а також явищ, характерних для процесу – стадійність тістоутворення.

1.5. Основні технологічні процеси при виробництві хлібо-булкових виробів, види сировини і її характеристики

Технологічний процес приготування хлібобулочних виробів складається з таких стадій: підготовка сировини, приготування тіста, розділення і розстойка тіста, випікання та охолодження виробів, зберігання готової продукції і може бути представлений у вигляді схеми, зображеної на рис. 1.6.

Сировина, що використовується в хлібопекарному виробництві, поділяється на основну та допоміжну. Основною сировиною є пшеничне та житнє борошно, дріжджі хлібопекарські, сіль та вода. Всі решта продукти

(цукор, жир, молоко та ін.) застосовуються для покращення смакових та поживних якостей продукції, відносяться до допоміжної сировини і визначаються рецептурою кожного конкретного виду виробів.

Рецептура на хлібобулочні вироби із пшеничного борошна першого та вищого гатунків наведена в таблиці 1.1.

Сировина, що використовується, повинна відповідати якості стандартів і забезпечувати високу якість, виробленої із неї продукції.

Пшеничне борошно повинно відповідати за якістю ГОСТ 26574-85. Окремі партії борошна, що поступають на хлібозавод можуть відрізнятися за хлібопекарськими властивостями. Тому перед пуском у виробництво борошно окремих партій змішують для покращення його хлібопекарських властивостей.

Вода є необхідним компонентом при приготуванні тіста. Її якість може суттєво вплинути на якість тіста і готової продукції. Вода, що використовується для приготування тіста, повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82: повинна бути без запаху і смаку, безколірна і вільна від забруднень.

Стандартом передбачено, що кількість бактерій при посіві 1 мл води, яка визначається по кількості колоній після 24-годинного вирощування при 37°C повинно бути не більше 100, кількість кишкових паличок в 1 л води (колі-індекс) не більше 3.

Дріжджі. Для розрихлення тіста застосовують дріжджі хлібопекарські пресовані (ГОСТ 171-81), дріжджове молоко (ОСТ 18-369-84 сушені дріжджі (ОСТ 18-193-74).

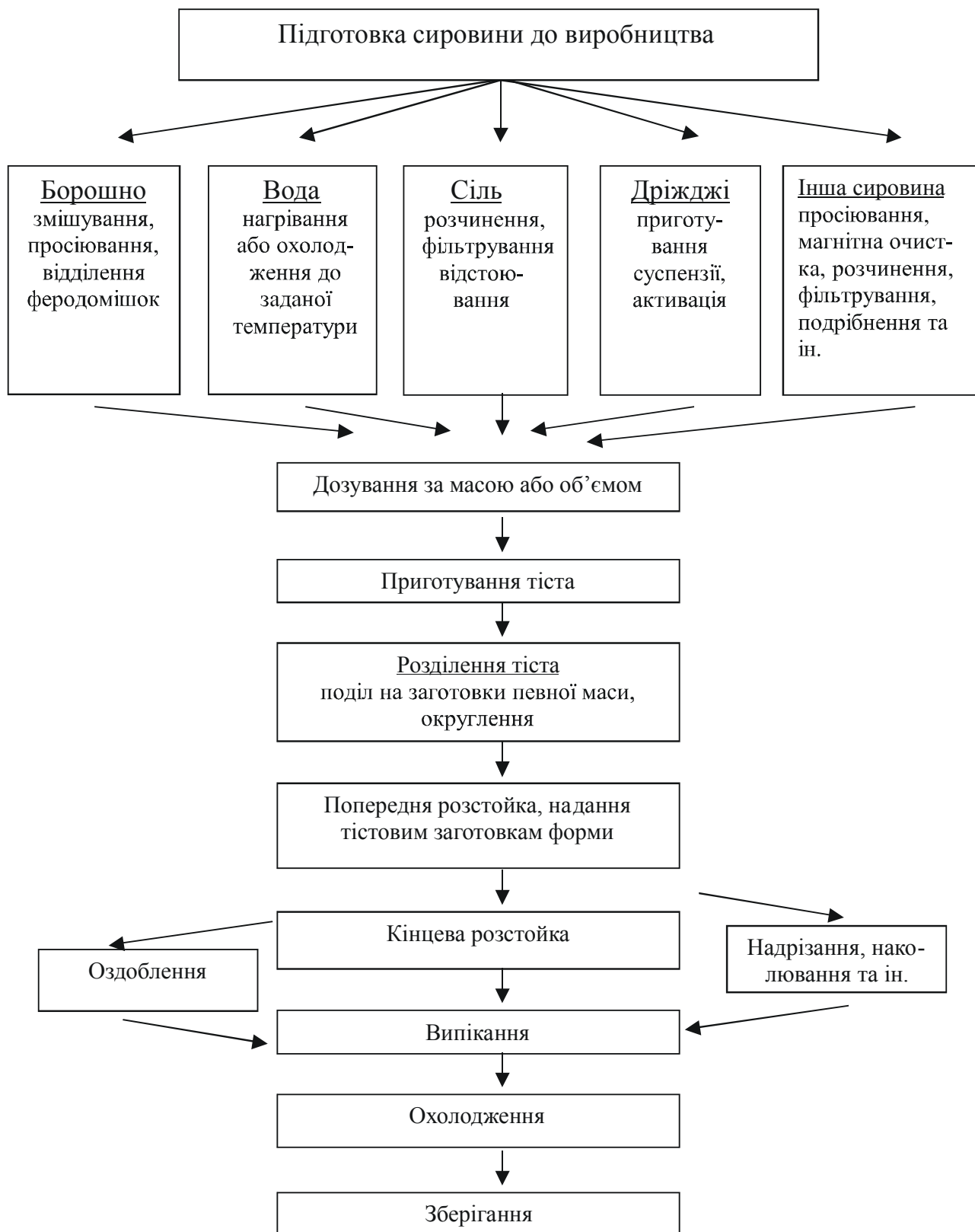


Рис. 1.7. Схема виробництва хлібобулочних виробів з пшеничного борошна.

Таблиця 1.1.

Рецептура на хлібобулочні вироби, кг на 100 кг борошна

	Хліб український (ГОСТ 2077-84)	Хліб житньо-пшеничний (ГОСТ 2077-84)	Хліб білий (ГОСТ 26987-86)	Хліб пшеничний (ГОСТ 8055-56)	Булка селянська (ОСТ 18-382-81)
Борошно житнє обдирне	60-40				
обойне		60,0			
Борошно пшеничне вищого гатунку			100		
першого гатунку	40-60			100	100
другого гатунку		40,0			
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,5	0,05	2,0	1,0	2,0
Сіль поварена харчова	1,5	1,5	1,3	1,3	1,5
Цукор-пісок			1,0		
Сироватка молочна (40%)					4,0
Олія соняшникова					2,0
Разом	102,0	101,55	104,3	102,3	109,5

Якісні пресовані дріжджі повинні мати сіруватий з жовтим відтінком колір і щільну консистенцію, вологість не вище 75% і швидкість піднімання тіста не більше 75 хвилин.

Харчова (поварена) сіль (NaCl) входить в рецептуру хлібобулочних виробів в кількості 1-2,5% від ваги борошна. Вона повинна відповідати вимогам ГОСТ 13830-68.

В рецептуру здобних, булочних та деяких хлібних виробів входить цукор. Використовується, в основному, цукор-пісок (ГОСТ 21-78), цукор-пісок, рафінований і рафінована пудра (ГОСТ 22-78).

Крім цукру і жирів в якості допоміжної сировини при виробництві хлібобулочних виробів можуть використовуватися молоко, молочні продукти, яйця, яечний порошок, горіхи, мед, ароматичні речовини, барвники та інші добавки. Кількість їх встановлюється у відповідних рецептах на кожний конкретний вид виробів.

Всі ці матеріали повинні повністю відповідати діючим нормативним документам. Обов'язково слід витримувати вимоги до зберігання і обміну даної сировини.

Приготування тіста – найважливіша операція технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів. Від якості замісу тіста залежить подальший хід технологічного процесу і якість виробів.

Основною метою замісу є ретельне змішування основної сировини та інших компонентів .

Основним процесом утворення хліба з тіста є теплова обробка тестових заготовок, їх прогрів. В процесі випічки в тістових заготовках протікають складні теплофізичні, біохімічні, мікробіологічні, колоїдні процеси. В результаті цього в тестовій заготовці утворюється кірка і м'якуш, а в них речовини, що визначають смак і аромат хліба. В результаті нагрівання тістова заготовка збільшується в об'ємі за рахунок газів, що знаходяться в ній. Поверхня шматка тіста зневоднюється, покривається плівкою, поступово переходить в кірку, забарвлення якої стає в процесі випікання все більш темним.

1.6. Висновки

Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість продукції, що випускається, в значній мірі залежить від розвитку виробництва нового обладнання, машин і апаратів, від впровадження методів техніко-економічного аналізу, який забезпечує вирішення технічних питань і економічну ефективність технологічних і конструкторських розробок.

Удосконалення конструкції робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 необхідно реалізувати на базі теоретичного дослідження нової конструктивної схеми спарених робочих органів тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01.

Забезпечення швидкого і якісного замшування тіста є основною передумовою виробництва конкурентоздатних якісних хлібобулкових виробів.

2. Технологічна частина

2.1. Технологія виготовлення дрібноштучних хлібобулкових виробів

Борошно на хлібозавод доставляють за допомогою спецтранспорту – автоборошновозів 15 і автомобільних цистерн 33 (рис.2.1). Пріоритетним на таких підприємствах є впровадження механізації, зокрема впровадження систем безтарного транспортування і складування борошна. Окрім зменшення ручної праці, це дозволяє економити на тарі і мінімізувати втрати сировини.

У випадку функціонування системи безтарного зберігання борошна його доставляють до підприємства в автоборошновозах місткістю 10-18 м³ місткістю 6...10 тон. Автоборошновози комплектують аерокомпресором і спецконектором для мукопроводів, які призначені для пневморозвантаження борошна. Автоборошновоз 15 зважують на автовагах, після чого направляють для розвантаження. Доставлене борошно потрапляє в бункери 19 які призначені для його зберігання. Система безтарного зберігання борошна комплектується кількома бункерами, для розподілу борошна між якими застосовуються багатопозиційний спеціальний перемикач 18. Борошно потрапляє у місткості для зберігання. Повітря з цих місткостей виводять після проходження через спеціальні фільтри.

Борошно, яке йде на виготовлення хлібо-булкових виробів виводиться розвантажувальним пристроєм, в нижній частині місткості 19, подається до шлюзового дозатора 13, після якого – у дозатор 14. Далі борошно осаджують у циклоні 20 за допомогою шлюзового пристрою 21 подають до ситового просіювального елемента 22.

Просіяне борошно очищають від часток металу у магнітовловлювачах 41. Далі згідно рецептур та технологічних інструкції кілька різних поставок борошна змішують у змішувачі 17.

Обліковують борошно, яке використовується на виробництво хлібо-булкових виробів, користуючись вагою 17. У всіх технологічних лініях

монтують спеціальні місткості 23 і 28 для накопичення проміжного запасу борошна.

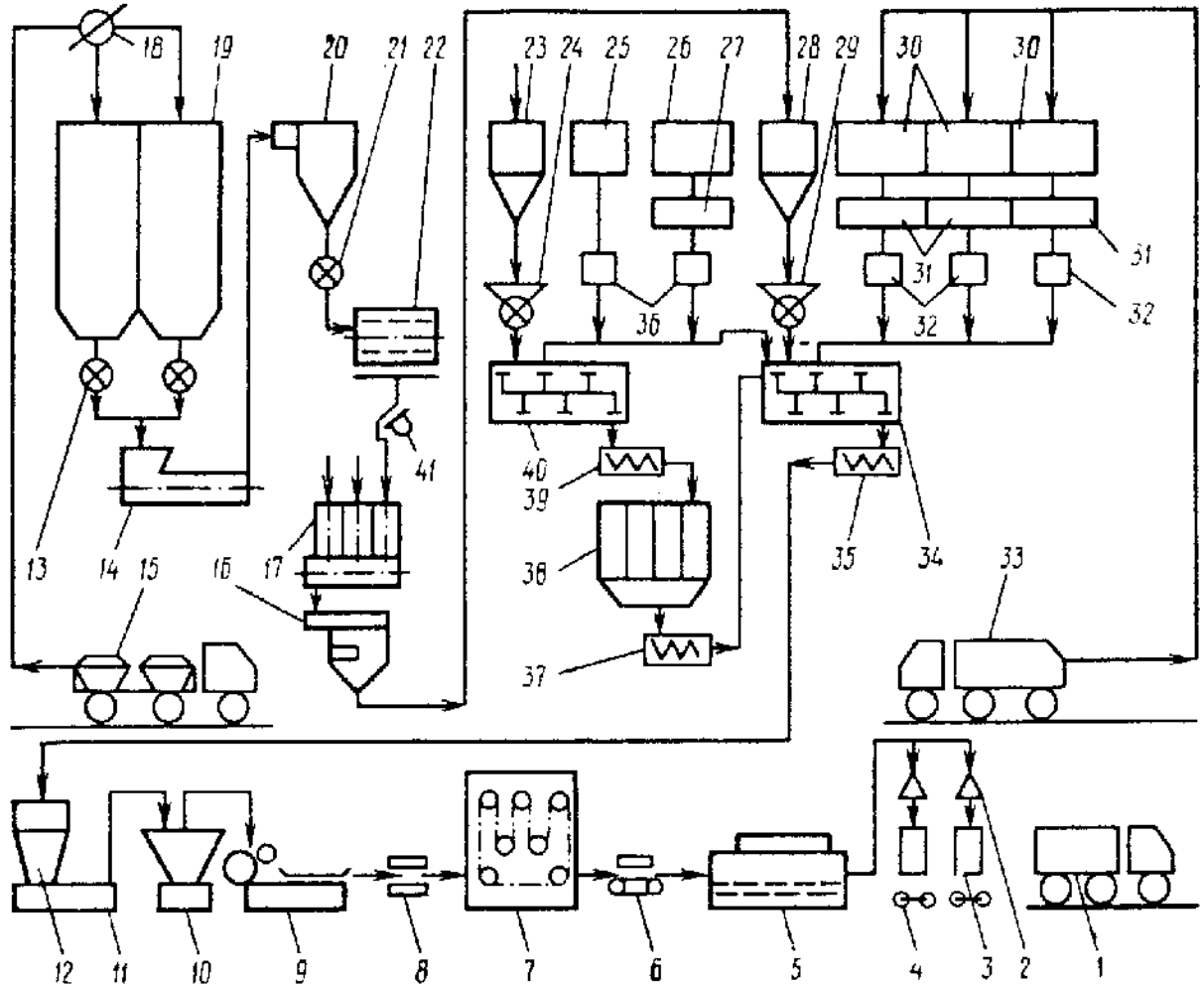


Рис. 2.1. Машино-апаратурна схема виготовлення хлібо-булкових виробів

При переміщенні і безпечному утримуванні не основних типів сировини (дріжджі, олія тощо) у рідкому вигляді їх транспортують за допомогою відцентрових або плунжерних насосів у накопичувачі 26 і 30, де зберігають до використання. У випадку, коли таку сировину поставляють у сухому стані, її розчиняють у відповідних резервуарах. Всі типи неосновної сировини транспортують трубопроводами у витратні місткості 27, 31. На наступному етапі цю рідину дозаторами 32 та 36 доставляють до замісу тіста. Воду подають із допомогою витратного бачка 25.

Для того, щоб замішане тісто було якісним, на хлібозаводах тіста замішують двофазним способом. У першій фазі – у тістомісильній машині 40 замішують опару. Основними складниками опари є: вода, борошно і дріжджі, які подають до тістомісильної машини. 24 і 36. Залежно від особливостей виробництва, кількість борошна, для замішування опари, перебуває в межах 25 ... 75 % загальної кількості. З резервуара 23 готова опара за допомогою насоса 39 опиняється у бункері 38 для бродіння. Після бродіння опару переміщують до машини 34, у якій безпосередньо і замішують тісто (друга фаза). До тістоміса з резервуару 28 спеціальним дозуючим механізмом 29 подається така кількість борошна, яку треба доносити згідно рецептури, а також рідкі складники.

Вимішане за 10...12 хв. тісто шнековим насосом 35 нагнітається трубопроводом в приймальний бункер 12 ділильної машини 11, де додатково бродить 20...25хв., а потім поступає на розділення.

Ділильна машина 11 формує порції тіста заданої маси, які далі подаються до тістоокруглювальної машини 10, і до тістозакатувальної машини 9 (за необхідності).

Після формування тістових заготовок їх направляють на розстоювання, де проходять процеси бродіння і завершується формування структури заготовок.

До розстійної шафи 7 тістові заготовки потрапляють за допомогою вкладача 8. У шафі сформовано і підтримується комфортний для процесів бродіння мікроклімат (температура від 35С до 40С, вологість від 80% до 85%). Тривалість відстоювання складає в біля 0,5 год.

При розміщенні тістових заготовок у піч 5 за допомогою механізму 6, виконують надрізи чи проколи заготовок. Після завершення випікання хліб з печі 5 подається в експедицію, де охолоджується і розкладається у тару (ящики) за допомогою спецпристроїв 2. Далі ящики з хлібом поміщають до контейнерів 3, які за допомогою спеціальних кареток підлягають вантаженню до автотранспорту 1.

2.2. Опис технологічної операції, яка виконується на тістомісильній машині

Технологічний цикл тістомісильної машини формують наступні операції:
вдмірювання по рецептурі і завантаження борошна в діжу;
вдмірювання по рецептурі і завантаження води (сироватки, молока тощо)
в діжу;
підкатування діжі до машини;
встановлення діжі в робоче положення;
заміс тіста;
виведення діжі з тістомісильної машини.

2.3. Заходи з модернізації тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

Найбільш відповідальним елементом тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 є її робочі органи – місильні лопаті. Геометрія лопатей і їхній режим обертання визначають перебіг замішування тіста.

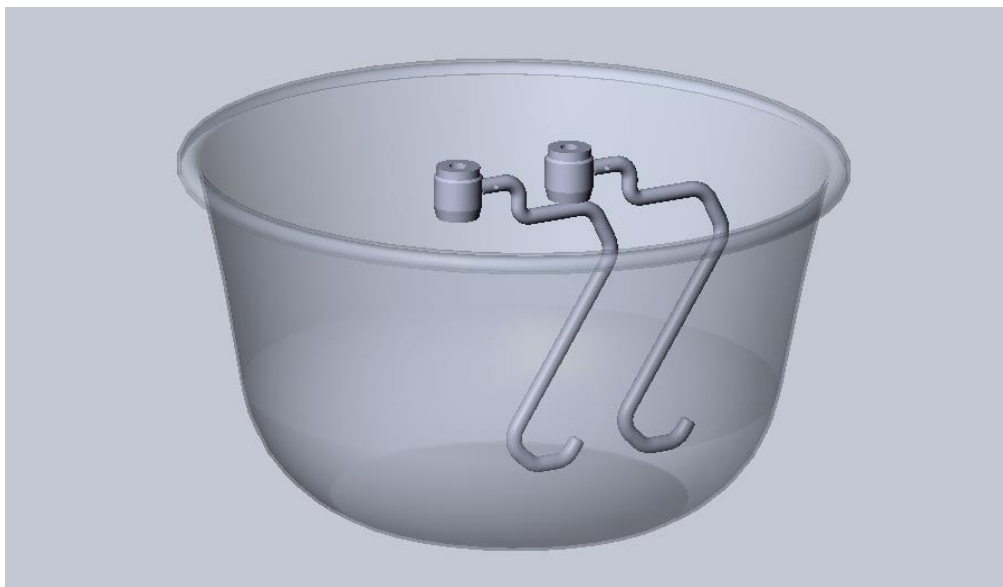


Рис. 2.2. Схема модернізованої лопаті тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

Традиційна проблема, яка підлягає вирішенню при проектуванні лопатей тістомісильної машини є відшукування компромісного рішення між геометрією лопатей, частотою обертання лопатей, зменшенням площі застійних зон та

витратами потужності на замішування тіста. Методами моделювання руху у програмі SolidWorks було підбрано наступну конструкцію лопаті (рис. 2.2), яка у чаші місильної машини займає положення (рис. 2.3). Підібрана методом послідовних наближень частота обертання місильної лопаті складає $65,5 \text{ об / хв}$.

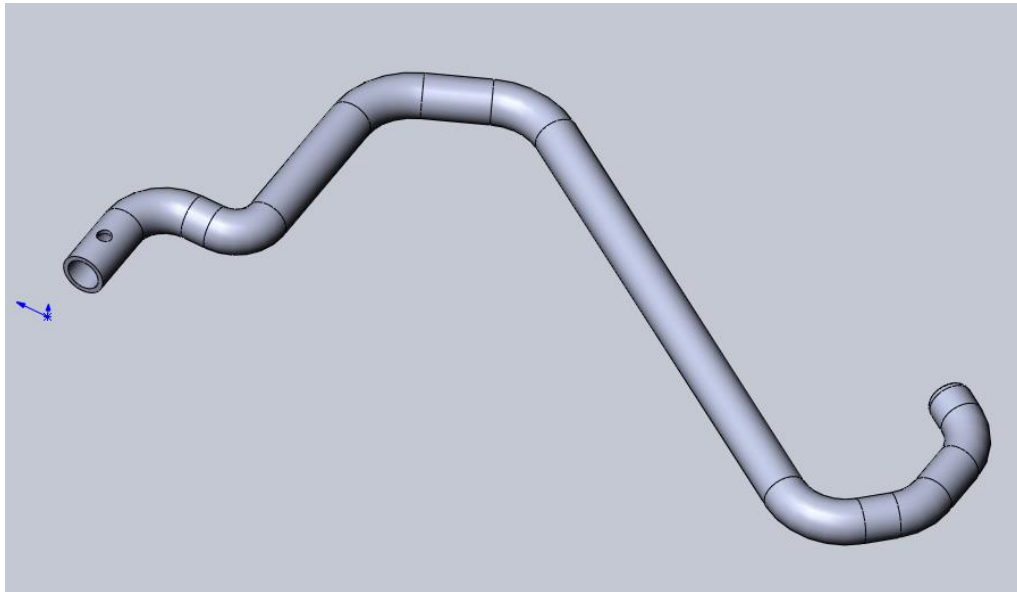


Рис. 2.3. Схема компоновки лопатей в чаші тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

2.3. Технологічний розрахунок тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

Виберем частоту обертання місильного вала:

$$n_{\text{МВ}} := 65.5 \quad (\text{об/хв})$$

Куова швидкість обертання місильного вала:

$$\omega_{\text{МВ}} := \frac{\pi \cdot n_{\text{МВ}}}{30} \quad \omega_{\text{МВ}} = 6.86 \quad (\text{об/хв})$$

Необхідну потужність на заміс тіста знайдемо за формулою:

$$N_{\text{МВ}} = \frac{M_{\text{МВ}} \cdot \omega_{\text{МВ}} \cdot K_a}{1000}$$

де $K_a := 1.5$ - коефіцієнт запасу потужності;

$M_{MB} = P \cdot R_b$ - момент сили, необхідний на заміс, Нм;

$R_b := 0.210$ (м) - радіус вертикальної осі місильного вала;

$P = p \cdot F$ - сила опору продукту при замісі, Н;

$F := 0.0896$ (м²) - площа вимішуючої ділянки місильного вала;

$p := 33000$ (Н/м²) - питоме зусилля замісу;

Сила опору продукту при замісі:

$$P := p \cdot F \quad P = 2.96 \times 10^3 \text{ (Н)}$$

Момент сили, необхідний на заміс:

$$M_{MB} := P \cdot R_b \quad M_{MB} = 620.93 \text{ (Нм)}$$

Необхідна потужність на заміс тіста:

$$N_{MB} := \frac{M_{MB} \cdot \omega_{MB} \cdot K_a}{1000} \quad N_{MB} = 6.39 \text{ (кВт)}$$

3. Конструктивна частина

3.1. Опис будови і роботи тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-0І

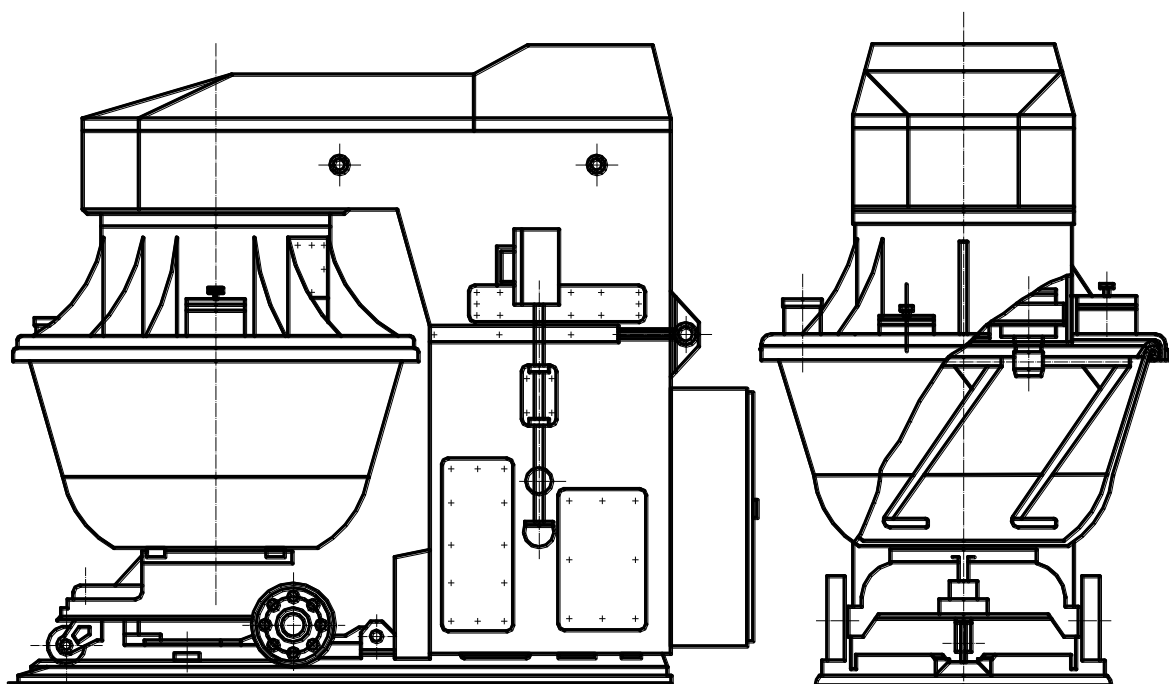


Рис. 3.1. Машина тістомісильна моделі Г4-МТМ-330-0І

Машина тістомісильна моделі Г4-МТМ-330-0І складається з двох частин – власне машини і діжі

Власне машина є плитою зі встановленими на ній редукторами, корпусом машини з кривошипом, що приводить в рух важіль мішалки, і огорожі.

До станини тістомісильної машини монтують: привідний редуктор чаші, основним завданням якого є надання чаші обертового руху який за допомогою спеціального диска ; редуктор вузла замішування, до якого кріпиться електродвигун. Передавання обертового моменту від першого до другого редуктора здійснюють проміжним валом. Редуктор приводу вузла замішування має чавунний корпус, у якому на підшипникових опорах розміщено черв'як та черв'ячне колесо, на відповідних валах.

Для підтримки черв'яка і вала черв'ячного колеса застосовано упорні роликотпідшипники. На валу змонтовано ланцюгову зірочку, зі встановленим ланцюгом ($t = 19,05 \text{ мм}$), який призначений для передачі обертового моменту на кривошип. Основними елементами редуктора приводу чаші є: корпус із чавуна, черв'ячна пара, змонтована на радіально-упорних шарикотпідшипниках..

3.2. Обгрунтування і вибір конструкційних матеріалів для тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01

Рекомендованими до застосування для такого типу обладнання матеріалами є: з чорних металів: Ст5 та леговані нержавіючі сталі; з кольорових металів: Д16, ЛС59-1. По причині наявності знакозмінних навантажень різного роду захисні покриття до уваги брати не будемо. Для виробництва основних робочих елементів застосуємо сталь Х18Н9Т:

Межа міцності при розтязі	590	МПа
Твердість по Брінелю	2190	МПа
Ударна в'язкість	2,8	Дж/мм ²
Модуль пружності E	$2,0 \cdot 10^5$	МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,3	
Питома вага (густина)	7750	кг/м ³

Для рами і невідповідальних конструкцій – вибираєм сталь Ст5 з міркувань економічної доцільності і відсутності дефіциту:

Межа міцності при розтязі	500...620	МПа
Твердість по Брінелю	1700	МПа
Ударна в'язкість	0,8	Дж/мм ²
Модуль пружності E	$1,9 \cdot 10^5$	МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,3	
Питома вага (густина)	7825	кг/м ³

3.3. Структурний аналіз тістомісильної машини

Основними механічними операціями, які виконуються в тістомісильній машині, є обертання підкатної діжі навколо своєї осі і заміс за рахунок складного руху місильного вала..

Структурна схема складається на першому етапі конструювання нової машини або дослідження існуючої. Структурна схема включає основні частини устаткування, їх призначення і взаємозв'язок.

По принципу дії тістомісильна машина відноситься до технологічного обладнання з механічним приводом основних елементів.

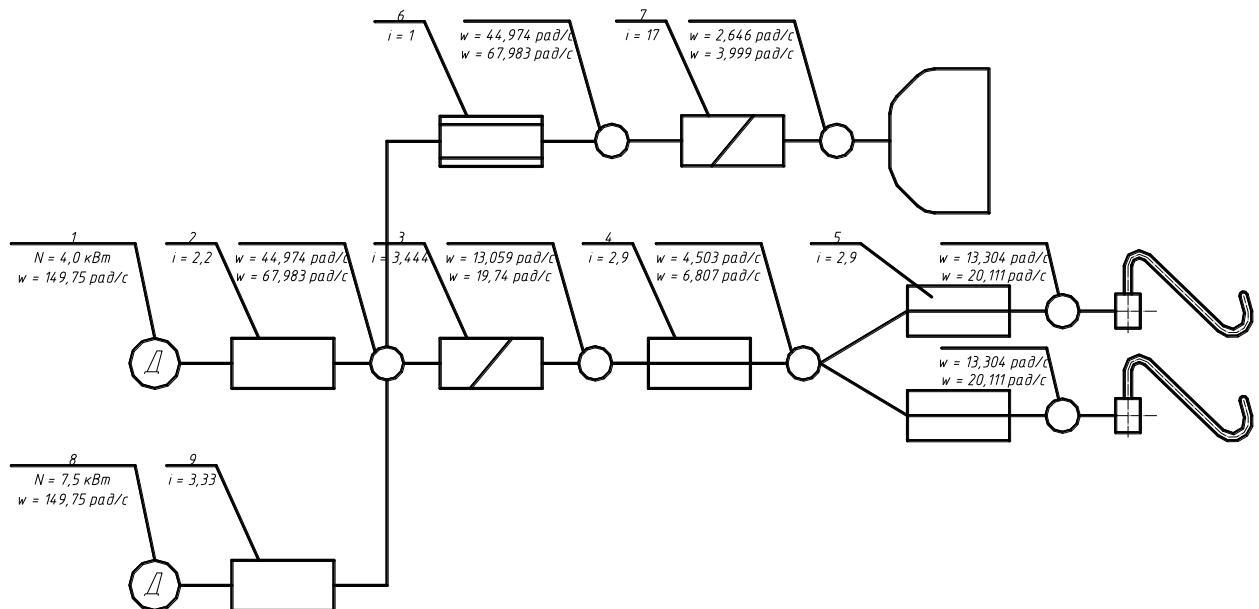


Рис. 3.2. Структурна схема тістомісильної машини.

Схема включає електричний двигун, черв'ячні передачі, ланцюгову передачу і робочі органи (місильний важіль і підкат на діжа).

Крутний момент від електричних двигунів передається на пасові передачі.

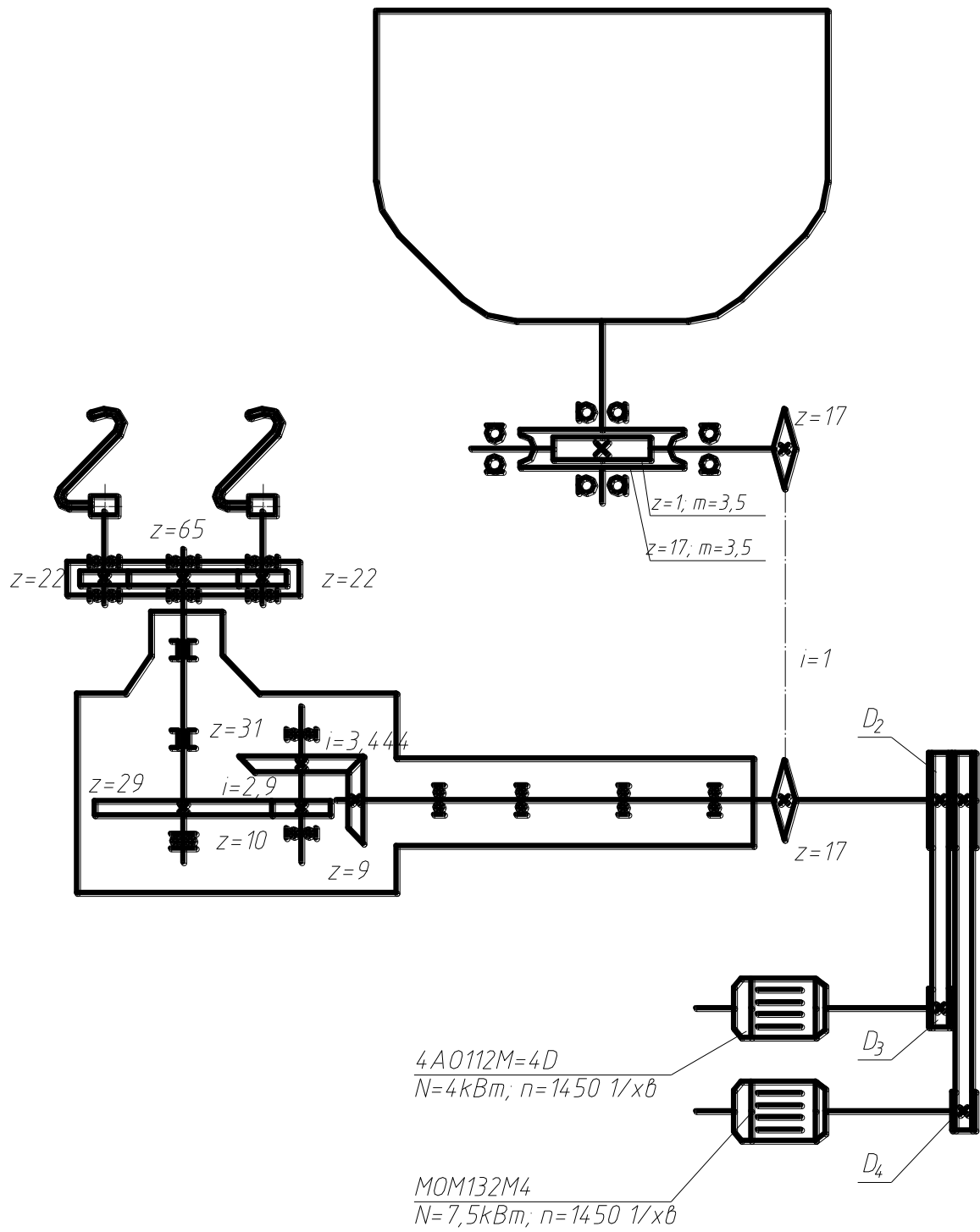


Рис. 3.3. Кінематична схема тістомісильної машини.

3.4. Розрахунок приводу діжі

Вихідні дані:

потужність на ведучому черв'яку $P_1 := 0.212$ (кВт)

кутова швидкість ведучого черв'яка $\omega_1 := 7.13$ (рад/с)

передаточне число передачі $u := 17$

передача нереверсивна;

режим навантаження легкий (Л);

можливі короточасні перевантаження до 150 % від номінального;

строк служби передачі $h := 10000$ год.

Параметри навантаження черв'ячної передачі. При орієнтовному значенні

ккд $\eta := 0.92$ потужність на веденому валу передачі

$P_2 := P_1 \cdot \eta$ $P_2 = 0.2$ (кВт)

Кутова швидкість веденого вала

$\omega_2 := \frac{\omega_1}{u}$ $\omega_2 = 0.42$ (рад/с)

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1}$ $T_1 = 29.73$ (Н*м)

$T_2 := \frac{P_2 \cdot 1000}{\omega_2}$ $T_2 = 465.03$ (Н*м)

$T_{2H} := T_2$ $T_{2H} = 465.03$ (Н*м)

$T_{2F} := T_2$ $T_{2F} = 465.03$ (Н*м)

При короточасовому перевантаженні до 150 % максимальний обертовий момент на веденому валу

$T_{2max} := 1.5 \cdot T_2$ $T_{2max} = 697.55$ (Н*м)

Орієнтовна швидкість ковзання зубів у зачепленні:

$$v_s := \left(\frac{4 \cdot \omega_1}{1000} \right) \cdot \sqrt[3]{T_2} \quad v_s = 0.22 \quad (\text{м/с})$$

Сумарне число циклів навантаження зубців колеса за строк служби:

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_2 \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 2} = 2403052.4$$

Для легкого режиму при коефіцієнті інтенсивності $K_{FE} := 0.01$
еквівалентне число циклів навантаження зубців

$$N_{FE2} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2} \quad N_{FE2} = 24030.52$$

Матеріали для виготовлення черв'яка та черв'ячного колеса.

Для виготовлення черв'яка вибираємо відносно дешеву леговану сталь 40X із термообробкою - гартування із відпусканням [3]. За даними [3] вибираємо:

твердість $H_1 := 50$ (HRC),

Робочі поверхні витків шліфовані.

Для вінця черв'ячного колеса із швидкістю ковзання $v_s = 0.22$ (м/с)

можна брати безолов'яну бронзу БрА9ЖЗЛ (відливання в кокіль) з такими характеристиками []: границя міцності

$\sigma_B := 650$ (МПа),

границя текучості $\sigma_T := 280$ (МПа)

Допустимі напруження для розрахунків черв'ячної передачі

а) допустимі контактні напруження.

Якщо вінець черв'ячного колеса виготовляти з безолов'яної бронзи, то згідно з [] допустиме контактне напруження

$$I\sigma_{I_{H0}} := 350 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma_{I_{H0}} = 344.4 \text{ (МПа)}$$

$$I\sigma_{I_H} := I\sigma_{I_{H0}} \quad I\sigma_{I_H} = 344.48 \text{ (МПа)}$$

За [] допустиме граничне контактне напруження

$$I\sigma_{I_{Hmax}} := 2\sigma_T \quad I\sigma_{I_{Hmax}} = 560 \text{ (МПа)}$$

б) допустимі напруження на згин.

Для розрахунку зубців колеса на втому при згині допустиме напруження визначається за формулою []. Для бази випробувань 10^6 та нереверсивного навантаження допустиме напруження за

$$I\sigma_{I_{F0}} := 0.08\sigma_B + 0.25\sigma_T \quad I\sigma_{I_{F0}} = 122 \quad (\text{МПа})$$

За формулою [] коефіцієнт довговічності

$$K_{FL} := \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{FE2}}} \quad K_{FL} = 1.51$$

Враховуючи обмеження $0.54 \leq K_{FL} \leq 1$ беремо $K_{FL} := 1$

Тоді для зубців черв'ячного колеса допустиме напруження на згин

$$I\sigma_{IF} := I\sigma_{I_{F0}} \cdot K_{FL} \quad I\sigma_{IF} = 122 \quad (\text{МПа})$$

За [3] допустиме граничне напруження згину

$$I\sigma_{IF_{max}} := 0.8\sigma_T \quad I\sigma_{IF_{max}} = 224 \quad (\text{МПа})$$

Проектний розрахунок черв'ячної передачі. У проектному розрахунку визначаємо мінімальну міжосьову відстань передачі за формулою [3]:

Допоміжний коефіцієнт $K_a := 160$. (МПа^{1/3}) - при сталевому черв'яку та бронзовому вінці колеса

Число витків черв'яка беремо $z_1 := 1$

Тоді число зубців черв'ячного колеса $z_2 := u \cdot z_1 \quad z_2 = 17$

Коефіцієнт діаметра черв'яка вибираємо за [3] $q := 12$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця черв'ячного колеса, дістаємо з формули [3]:

$$K_{H\beta} = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 (1 - x)$$

Тут $\theta := 86$ [], а $x := 0.31$ для легкого режиму навантаження передачі []

$$K_{H\beta} := 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 \cdot (1 - x) \quad K_{H\beta} = 1.01$$

Мінімальна міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot \left(\frac{z_2}{q} + 1\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{2H} \cdot K_{H\beta} \cdot q^2}{(z_2 \cdot I\sigma_{IH})^2}} \quad a_{wmin} = 48.42 \quad (\text{мм})$$

За формулою [3] модуль черв'ячної передачі:

$$m' := \frac{2 \cdot a_{wmin}}{z_2 + q} \quad m' = 3.34 \quad (\text{мм})$$

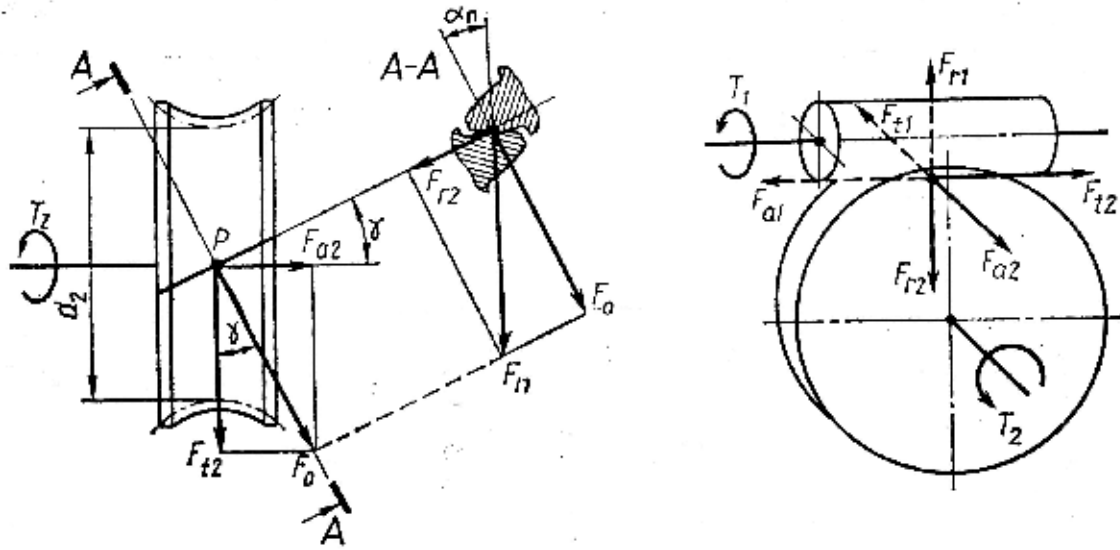


Рис.3.4. Схема для розрахунку черв'ячної передачі

За стандартом вибираємо $m := 3.5$ (мм), якому відповідає $q = 12$
 Попередні значення деяких параметрів передачі.
 Ділильні діаметри черв'яка та черв'ячного колеса

$$d_1 := m \cdot q \quad d_1 = 42 \quad (\text{мм}) \quad d_2 := m \cdot z_2 \quad d_2 = 59.5 \quad (\text{мм})$$

Діаметри вершин витків черв'яка та зубців колеса:

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \quad d_{a1} = 49 \quad (\text{мм})$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \quad d_{a2} = 66.5 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова відстань передачі

$$a_w := \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad a_w = 50.75 \quad (\text{мм})$$

Ширина вінця черв'ячного колеса []

$$b_2 := 0.75 \cdot d_{a1} \quad b_2 = 36.75 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $b_2 := 27$ (мм)

Ділильний кут підйому лінії витка черв'яка

$$\gamma := \operatorname{atan}\left(\frac{z_1}{q}\right) \quad \gamma = 0.08 \quad \gamma \cdot \frac{180}{\pi} = 4.76 \quad ^\circ$$

Швидкість ковзання у зачепленні

$$v_s := 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot \omega_1 \cdot \frac{d_1}{\cos(\gamma)} \quad v_s = 0.15 \quad (\text{м/с})$$

Уточнене значення допустимого контактного напруження

$$I\sigma_{IH} := 300 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma_{IH} = 296.24 \quad (\text{МПа})$$

За рекомендаціями [] ступінь точності передачі $n_{CT} := 8$

Еквівалентне число зубців черв'ячного колеса

$$F_{t2} := 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{T_2}{d_2} \quad F_{t2} = 1.56 \times 10^4 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ht2} := F_{t2} \quad F_{Ht2} = 1.56 \times 10^4 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ft2} := F_{t2} \quad F_{Ft2} = 1.56 \times 10^4 \quad (\text{МПа})$$

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на контактну втому [3].

Для розрахунку попередньо визначимо коефіцієнти:

$Z_M := 210$ МПа^{1/2} - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів черв'яка та вінця колеса;

$Z_H := 1.8$ коефіцієнт форми спряжених поверхонь витків та зубців;

$Z_\epsilon := 0.75$ коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній у зачепленні;

$$K_{H\beta} = 1.01$$

$K_{H\alpha} := 1.4$ коефіцієнт динамічного навантаження [3].

За формулою [3] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ht} := \left(\frac{F_{Ht2}}{b_2} \right) \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad \omega_{Ht} = 814.83 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_\epsilon \cdot Z_H \cdot \sqrt{\frac{\omega_{Ht}}{d_2}} \quad \sigma_H = 1.05 \times 10^3 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_H \leq I\sigma_{IH}$$

Стійкість зубців проти заїдання і втомного викришування забезпечується.

Розрахунок активних поверхонь зубців черв'ячного колеса на контактну міцність при дії максимального навантаження виконаємо за формулою:

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{2max}}{T_2}} \quad \sigma_{Hmax} = 1.28 \times 10^3 \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{Hmax} \leq I\sigma_{IHmax} \quad \text{Контактна міцність зубців забезпечується.}$$

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на втому при згині.

Розрахункові коефіцієнти такі:

$$Y_F := 1.45 \quad \text{- коефіцієнт форми зубців [3]};$$

$$Y_\epsilon := 0.75 \quad \text{- коефіцієнт перекриття зубців [3]};$$

$$Y_\beta := 0.75 \quad \text{- коефіцієнт нахилу зубців [3]};$$

$$K_{F\beta} := K_{H\beta} \quad K_{F\beta} = 1.01 \quad \text{- коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця колеса};$$

$$K_{Fu} := K_{Hu} \quad K_{Fu} = 1.4 \quad \text{- коефіцієнт динамічного навантаження.}$$

За формулою [3] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ft} := \left(\frac{F_{Ft2}}{b_2} \right) \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fu} \quad \omega_{Ft} = 814.83 \quad \text{(Н/мм)}$$

Розрахункове напруження згину:

$$\sigma_F := Y_F \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m} \quad \sigma_F = 189.89 \quad \text{(МПа)}$$

$$\sigma_F \leq I\sigma_{IF}$$

Втомна міцність зубців при згині забезпечується.

Перевірка міцності зубців при згині максимальним навантаженням.

За формулою

$$\sigma_{Fmax} := \sigma_F \cdot \frac{T_{2max}}{T_{2F}} \quad \sigma_{Fmax} = 284.83 \quad \text{(МПа)}$$

$$\sigma_{Fmax} \leq I\sigma_{IFmax}$$

Тут також міцність забезпечується.

Розрахунок параметрів черв'ячної передачі [3].

Розміри елементів витків черв'яка та зубців колеса: висота головки витка черв'яка та зубця колеса

$$h_a := m \quad h_a = 3.5 \quad (\text{мм})$$

висота ніжки витка та зубця

$$h_f := 1.2 \cdot m \quad h_f = 4.2 \quad (\text{мм})$$

висота витка та зубця

$$h_{\text{ww}} := 2.2 \cdot m \quad h = 7.7 \quad (\text{мм})$$

розрахункова товщина витка

$$s_{\text{ww}} := 0.5 \cdot \pi \cdot m \quad s = 5.5 \quad (\text{мм})$$

Розміри вінців черв'яка та черв'ячного колеса:

ділильні діаметри (визначені вище) $d_1 = 42 \quad (\text{мм}) \quad d_2 = 59.5 \quad (\text{мм})$

діаметри вершин (визначені вище) $d_{a1} = 49 \quad (\text{мм}) \quad d_{a2} = 66.5 \quad (\text{мм})$

діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.4 \cdot m \quad d_{f1} = 33.6 \quad (\text{мм})$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.4 \cdot m \quad d_{f2} = 51.1 \quad (\text{мм})$$

найбільший діаметр черв'ячного колеса

$$d_{am2} \leq d_{a2} + 1.5 \cdot m$$

$$d_{am2} := d_{a2} + 1.5 \cdot m \quad d_{am2} = 71.75 \quad (\text{мм})$$

довжина нарізаної частини черв'яка

$$b_1 \geq (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m$$

$$b_1 := (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m \quad b_1 = 42.07 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $b_{\text{ww}} := 108 \quad (\text{мм})$ (для черв'яка, витки якого шліфують);

ширина вінця черв'ячного колеса (визначена вище) $b_2 = 27 \quad (\text{мм})$

Міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_{\text{ww}} := \frac{m \cdot (q + z_2)}{2} \quad a_w = 50.75 \quad (\text{мм})$$

Сили у зачепленні черв'ячної передачі.

За формулами [3] маємо: колова сила на колесі дорівнює осьовій силі на черв'яку (визначена вище):

$$F_{a1} := F_{t2} \quad F_{a1} = 1.56 \times 10^4 \quad (\text{Н})$$

Кут зачеплення у площині, перпендикулярній до осі колеса виберемо [3]:

$$\alpha := 0.349 \quad (\text{рад}) \quad (20^\circ)$$

радіальна сила на колесі дорівнює радіальній силі на черв'яку

$$F_{r1} := F_{t2} \cdot \tan(\alpha) \quad F_{r1} = 5688.18 \quad (\text{Н})$$

$$F_{r2} := F_{r1} \quad F_{r2} = 5688.18 \quad (\text{Н})$$

осьова сила на колесі дорівнює коловій силі на черв'яку

$$F_{a2} := F_{t2} \cdot \tan(\gamma) \quad F_{a2} = 1.3 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

$$F_{t1} := F_{a2} \quad F_{t1} = 1.3 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

12. ККД черв'ячної передачі.

Вибираємо за [3] приведений кут тертя $\phi' := 0.026 \quad (\text{рад}) \quad (1^\circ 30')$

За формулою [3]:

$$\eta := 0.955 \cdot \frac{\tan(\gamma)}{\tan(\gamma + \phi')} \quad \eta = 0.73$$

Значення ККД близьке до попередньо вибраного (0,8).

13. Перевірка черв'яка на жорсткість.

Рівнодійна колової та радіальної сил на черв'як:

$$F := \sqrt{F_{t1}^2 + F_{r1}^2} \quad F = 5835.42 \quad (\text{Н})$$

Осьовий момент інерції перерізу черв'яка:

$$I_o := \frac{\pi \cdot d_{f1}^4}{64} \quad I_o = 62564.36 \quad (\text{Н})$$

Беремо наближено відстань між опорами черв'яка

$$L := 0.8 \cdot d_2 \quad L = 47.6 \quad (\text{мм})$$

За формулою [3] при модулі пружності для сталі $E := 2.1 \cdot 10^5 \quad (\text{МПа})$

розрахункова стрілка прогину черв'яка

$$y := \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_o} \quad y = 0.000998 \quad (\text{мм})$$

Жорсткість черв'яка достатня, оскільки $y \leq |y| = 0.06 \quad (\text{мм})$

3.5. Розрахунок циліндричної передачі приводу місильного органу

Розрахувати прямозубу циліндричну передачу за такими даними: потужність на ведучому валу $P_1 := 7.5$ кВт при його кутовій швидкості

$$\omega_{31} := 6.807 \text{ рад/с}; \text{ передаточне число передачі } u_{36} := 2.9$$

передача нереверсивна; режим навантаження середній нормальний (СН);

можливі короточасні перевантаження до 150 % від номінального; строк служби передачі $h := 22000$ год.

Параметри навантаження зубчастої передачі

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

$$T_{31} = T_{1H} = T_{1F} = \frac{P_1}{\omega_{31}}$$
$$T_{31} := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_{31}} \quad T_{31} = 1101.81 \quad (\text{Н*м}) \quad T_{1H} := T_{31} \quad T_{1F} := T_{31}$$

При короточасовому перевантаженні до 150 % максимальний обертовий момент на ведучому валу

$$T_{1\max} := 1.5 \cdot T_{31} \quad T_{1\max} = 1652.71 \quad (\text{Н*м})$$

Кутова швидкість веденого вала

$$\omega_{32} := \frac{\omega_{31}}{u_{36}} \quad \omega_{32} = 2.347 \quad (\text{рад/с})$$

Сумарне число циклів навантаження зубців шестерні та колеса за строк служби шестерні:

$$N_{\Sigma 1} := 1800 \cdot \omega_{31} \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 1} = 85802721.65$$

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_{32} \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 2} = 29587145.4$$

Еквівалентні числа циклів навантаження зубців шестерні та колеса для розрахунку на контактну втому N_{HE} і для розрахунків на втому при згині N_{FE} із коефіцієнтами інтенсивності $K_{HE} := 0.18$ і $K_{FE} := 0.07$ ([табл. 4.1] для режиму навантаження СН)

$$N_{HE1} := K_{HE} \cdot N_{\Sigma 1} \quad N_{HE1} = 15444489.9$$

$$\begin{aligned}
N_{HE1} &:= K_{HE} \cdot N_{\Sigma 1} & N_{HE1} &= 10444409.9 \\
N_{HE2} &:= K_{HE} \cdot N_{\Sigma 2} & N_{HE2} &= 5325686.17 \\
N_{FE1} &:= K_{FE} \cdot N_{\Sigma 1} & N_{FE1} &= 6006190.52 \\
N_{FE2} &:= K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2} & N_{FE2} &= 2071100.18
\end{aligned}$$

Матеріали зубчастих коліс.

Для виготовлення шестерні та колеса вибираємо відносно дешеву леговану сталь 40X із термообробкою - поліпшення [табл. 22.4]. За даними [табл. 22.3] вибираємо:

$$\begin{aligned}
\text{для шестерні твердість поверхні зубців} \quad H_1 &:= 280 \quad (\text{HB}), \\
\sigma_{B1} &:= 900 \quad (\text{МПа}), \quad \sigma_{T1} := 750 \quad (\text{МПа}) \\
\text{для колеса твердість поверхні зубців} \quad H_2 &:= 245 \quad (\text{HB}), \\
\sigma_{B2} &:= 790 \quad (\text{МПа}), \quad \sigma_{T2} := 640 \quad (\text{МПа})
\end{aligned}$$

Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

а) допустимі контактні напруження. Границі контактної витривалості зубців шестерні та колеса [табл. 22.5] будуть такими:

$$\begin{aligned}
\sigma_{Hlimb1} &:= 2 \cdot H_1 + 70 & \sigma_{Hlimb1} &= 630 \quad (\text{МПа}) \\
\sigma_{Hlimb2} &:= 2 \cdot H_2 + 70 & \sigma_{Hlimb2} &= 560 \quad (\text{МПа})
\end{aligned}$$

Базу випробувань для матеріалу шестерні та колеса визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned}
N_{H01} &:= 30 \cdot H_1^{2.4} & N_{H01} &= 22402708.6 \\
N_{H02} &:= 30 \cdot H_2^{2.4} & N_{H02} &= 16259974.39
\end{aligned}$$

Оскільки $N_{H01} < N_{HE1}$ і $N_{H02} < N_{HE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубів шестерні та колеса $K_{HL} := 1$

Допустимі контактні напруження для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $Z_R := 1$ (шорсткість поверхонь зубців $R_a := 1.25 \dots 0.63$)

та коефіцієнті запасу $s_H := 1.1$ знаходимо за формулами:

$$I\sigma_{IH1} := \sigma_{Hlimb1} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H} \quad I\sigma_{IH1} = 572.73 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IH2} := \sigma_{Hlimb2} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H} \quad I\sigma_{IH2} = 509.09 \quad (\text{МПа})$$

Для зубців передачі розрахункове допустиме контактне напруження:

$$I\sigma_{IH} := 0.45 \cdot (I\sigma_{IH1} + I\sigma_{IH2}) \quad I\sigma_{IH} = 486.82 \quad (\text{МПа})$$

Допустиме граничне контактне напруження

$$I\sigma_{IHmax} := 2.8 \cdot \sigma_{T2} \quad I\sigma_{IHmax} = 1792 \quad (\text{МПа})$$

б) Допустимі напруження на згин. Границі витривалості ізубців при згині

для баз випробувань $N_{F0} := 4 \cdot 10^6$ [табл.22.6]:

$$\sigma_{Flimb1} := 1.8 \cdot H_1 \quad \sigma_{Flimb1} = 504 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{Flimb2} := 1.8 \cdot H_2 \quad \sigma_{Flimb2} = 441 \quad (\text{МПа})$$

Оскільки $N_{F0} < N_{FE1}$ і $N_{F0} < N_{FE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубів шестерні та колеса $K_{FL} := 1$

Допустиме напруження на згин для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $K_{Fc} := 1$ (нереверсивна передача) та коефіцієнті запасу $s_F := 2.2$ знаходимо за формулами:

$$I\sigma_{IF1} := \sigma_{Flimb1} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \quad I\sigma_{IF1} = 229.09 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IF2} := \sigma_{Flimb2} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \quad I\sigma_{IF2} = 200.45 \quad (\text{МПа})$$

Для зубців шестерні та колеса граничне допустиме напруження на згин []

$$I\sigma_{IF1max} := 4.8 \cdot \frac{H_1}{s_F} \quad I\sigma_{IF1max} = 610.91 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IF2max} := 4.8 \cdot \frac{H_2}{s_F} \quad I\sigma_{IF2max} = 534.55 \quad (\text{МПа})$$

Проектний розрахунок передачі. Для проектного розрахунку попередньо беремо коефіцієнт ширини вінця $\psi_{ba} := 0.40$ і відповідно

$$\psi_{bd} := 0.5 \cdot \psi_{ba} \cdot (u_{36} + 1) \quad \psi_{bd} = 0.78$$

За графіками [] залежно від ψ_{bd} (симетричне розміщення зубчастих коліс відносно опор валів та твердість $H < 350$ НВ) визначаємо коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині

зубчастих вінців, $K_{H\beta} := 1.07$

Допоміжний коефіцієнт $K_a := 430$ (МПа^{1/3}) для сталевих зубчастих коліс. Мінімальна міжосьова віддаль передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot (u_{36} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{(T_{1H} \cdot K_{H\beta})}{u_{36} \cdot \psi_{ba} \cdot I_{\sigma H}^2}}$$

$$a_{wmin} = 114.97 \text{ (мм)}$$

вибираємо фактичну міжосьову віддаль $a_w := 115$ (мм).

Число зубців шестерні $z_1 := 10$, а число зубців колеса $z_2 := u_{36} \cdot z_1$

$z_2 = 29$ (мм). Вибираємо $z_2 := 29$, тоді фактичне передаточне

число $u_{36} := \frac{z_2}{z_1}$ $u_{36} = 2.9$ $u_2 := u_{36}$

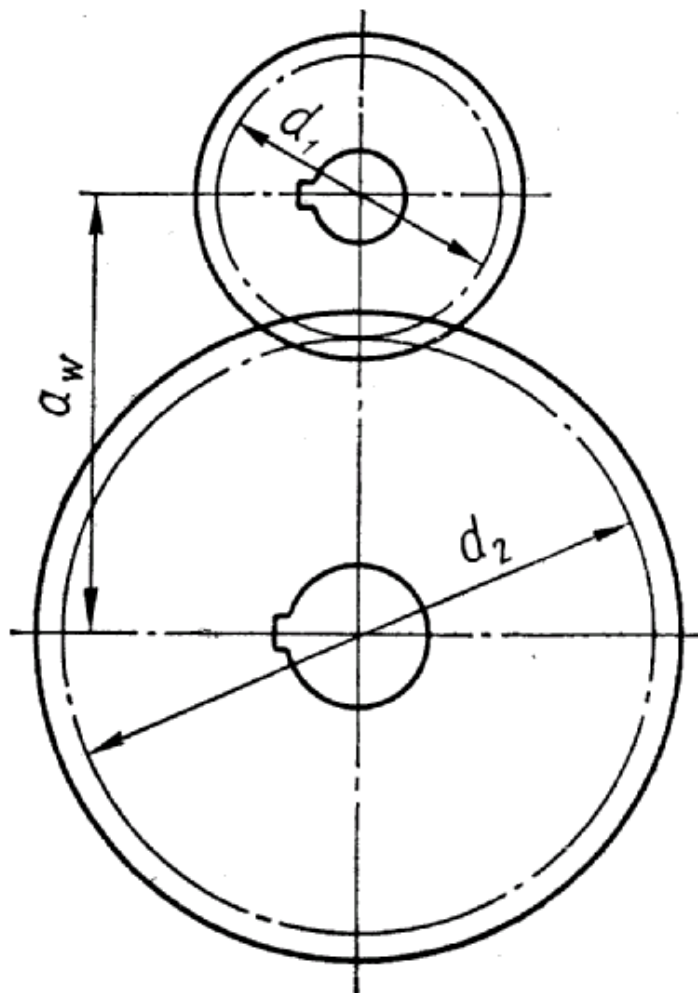


Рис. 3.5. Схема для розрахунку зубчастої передачі

Модуль зубців

$$m'_n := \frac{2 \cdot a_w}{z_1 + z_2} \quad m'_n = 5.897 \quad (\text{мм})$$

Стандартний модуль зубців $m_n := 6 \quad \text{мм} [\quad]$.

Попередні значення деяких параметрів передачі.

Ділильні діаметри шестерні та колеса будуть такі:

$$d_1 := m_n \cdot z_1 \quad d_1 = 60 \quad (\text{мм})$$

$$d_2 := m_n \cdot z_2 \quad d_2 = 174 \quad (\text{мм})$$

Ширина зубчастих вінців

$$b_2 := \psi_{ba} \cdot a_w \quad b_2 = 46 \quad (\text{мм})$$

$$b_1 := b_2 + 2 \quad b_1 = 48 \quad (\text{мм})$$

Колова швидкість зубчастих коліс

$$v := 0.5 \cdot \omega_{z1} \cdot d_1 \cdot 10^{-3} \quad v = 0.204 \quad \text{м/с}$$

За даними [табл.22.2] вибираем 8-й ступінь точності ($n_{СТ} := 8$) для всіх показників точності зубчастих коліс та передачі.

Еквівалентні числа зубців шестерні та колеса будуть такими:

Коефіцієнт торцевого перекриття:

$$\epsilon_\alpha := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \quad \epsilon_\alpha = 1.45$$

Коефіцієнт осьового перекриття зубів

$$\epsilon_\beta := 0$$

Колова сила у зачепленні зубчастих коліс

$$F_t := \frac{2 \cdot T_{z1} \cdot 1000}{d_1} \quad F_t = 36726.9 \quad (\text{Н})$$

$$F_{Ht} := F_t \quad F_{Ft} := F_t$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому

Для розрахунку попередньо визначимо такі коефіцієнти.

Коефіцієнт, який враховує механічні властивості матеріалів зубчастих

коліс $Z_M := 275$ (МПа^{1/2})

Коефіцієнт форми спряжених поверхонь зубців $Z_H := 1.77$

Коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній.

$$Z_\epsilon := \sqrt{\frac{4 - \epsilon_\alpha}{3}} \quad Z_\epsilon = 0.922$$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями []

$$K_{H\alpha} := 1.07$$

$$K_{H\beta} = 1.07$$

Коефіцієнт динамічного навантаження

$$K_{Hv} := 1.03$$

Питома розрахункова колова сила

$$w_{Ht} := \frac{F_{Ht}}{b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} \quad w_{Ht} = 941.52 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_H \cdot Z_\epsilon \cdot \sqrt{\frac{w_{Ht} \cdot u_{3\beta} + 1}{d_1 \cdot u_{3\beta}}} \quad \sigma_H = 2.062 \times 10^3 (\text{МПа})$$

Напруження менші від допустимих. Стійкість зубців проти втомного викривування забезпечується.

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{1max}}{T_{1H}}} \quad \sigma_{Hmax} = 2525.01 \quad (\text{МПа})$$

Напруження менші від допустимих. Контактна міцність забезпечується.

Розрахунок зубців на втому при згині

Розрахункові коефіцієнти будуть такими.

Коефіцієнти форми зубців:

$$Y_{F1} := 4.01$$

$$Y_{F2} := 3.61$$

Коефіцієнт перекриття зубців

$$Y_\epsilon := 1$$

Коефіцієнт нахилу зубців

$$Y_\beta := 1$$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями:

$$K_{F\alpha} := \frac{[4 + (\varepsilon_{\alpha} - 1) \cdot (n_{\text{сг}} - 5)]}{4 \cdot \varepsilon_{\alpha}} \quad K_{F\alpha} = 0.922$$

Коефіцієнт нерівності навантаження по ширині зубчастих вінців

$$K_{F\beta} := 1.12$$

Коефіцієнт динамічного навантаження $K_{Fv} := 1.10$

Питома розрахункова колова сила

$$w_{Ft} := \frac{F_{Ft}}{b_2} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \quad w_{Ft} = 907.365 \text{ (Н/мм)}$$

Розрахункове напруження згину у зубцях шестерні та колеса:

$$\sigma_{F1} := Y_{F1} \cdot Y_{\varepsilon} \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{w_{Ft}}{m_n} \quad \sigma_{F1} = 606.42 \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{F2} := Y_{F2} \cdot Y_{\varepsilon} \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{w_{Ft}}{m_n} \quad \sigma_{F2} = 545.93 \text{ (МПа)}$$

Стійкість зубців проти втомного руйнування при згині забезпечується, оскільки розрахункові напруження згину менші від відповідних допустимих напружень.

Розрахунок зубців на міцність при максимальним навантаженням.
За формулою:

$$\sigma_{F1\text{max}} := \sigma_{F1} \cdot \frac{T_{1\text{max}}}{T_{1F}} \quad \sigma_{F1\text{max}} = 909.63 \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{F2\text{max}} := \sigma_{F2} \cdot \frac{T_{1\text{max}}}{T_{1F}} \quad \sigma_{F2\text{max}} = 818.9 \text{ (МПа)}$$

Міцність зубів на згин при дії максимального навантаження також забезпечується, оскільки максимальні напруження менші від допустимих.

Розрахунок параметрів зубчастої передачі.

Розміри елементів зубців:

висота головки зубця

$$\text{висота ніжки} \quad h_a := m_n \quad h_a = 6 \text{ (мм)}$$

$$\text{висота зубця} \quad h_f := 1.25 \cdot m_n \quad h_f = 7.5 \text{ (мм)}$$

$$\tilde{h} := 2.25 \cdot m_n \quad h = 13.5 \text{ (мм)}$$

радіальний зазор $c := 0.25 \cdot m_n$ $c = 1.5$ (мм)

кут профілю зубців $\alpha_n := 20 \cdot \frac{\pi}{180}$

Розміри вінців зубчастих коліс:

ділильні діаметри $d_1 = 60$ (мм) $d_2 = 174$ (мм)

Ширини вінців: $b_1 = 48$ (мм) $b_2 = 46$ (мм)

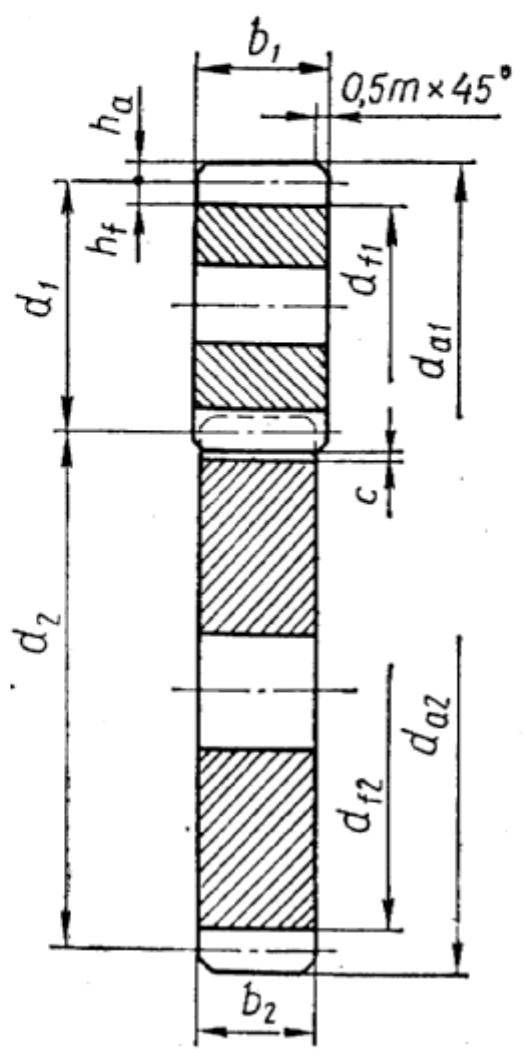


Рис. 3.6. Схема для розрахунку геометричних параметрів зубчастих коліс.

Діаметри вершин зубців

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m_n \quad d_{a1} = 72 \quad (\text{мм})$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m_n \quad d_{a2} = 186 \quad (\text{мм})$$

Діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.5 \cdot m_n \quad d_{f1} = 45 \quad (\text{мм})$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.5 \cdot m_n \quad d_{f2} = 159 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова віддаль передачі

$$a_{ww} := 0.5 \cdot m_n \cdot (z_1 + z_2) \quad a_{ww} = 117 \quad (\text{мм})$$

Розрахунок сил у зачепленні зубців передачі.

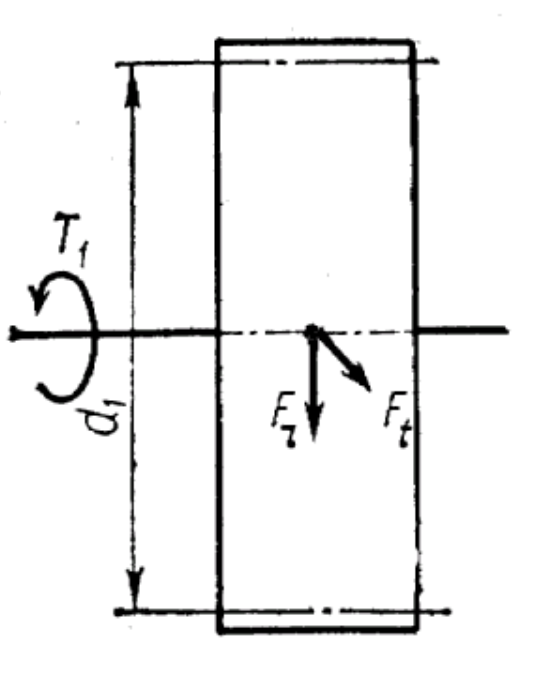


Рис. 3.7. Схема для розрахунку сил зубчастої передачі

Колова сила $F_t = 36726.9 \quad (\text{Н})$

Радіальна сила: $F_r := F_t \cdot \tan(\alpha_n) \quad F_r = 13367.5 \quad (\text{Н})$

Осьова сила: $F_a := 0 \quad F_a = 0 \quad (\text{Н})$

3.6. Заходи з монтажу і експлуатації тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

Установка і монтаж. Установка машини на фундаменті бажана, але не обов'язкова. Машина може бути встановлена безпосередньо на підлозі.

У разі установки машини на фундаменті, останній не повинен виступати над підлогою, оскільки інакше накатування візка з діжею буде утруднено або виявиться неможливим.

Підготовка до пуску. Перед пуском машини необхідно всі дотичні з продуктами харчування частини (важіль мішалки, лапу, діжі і огорожу) промити гарячою водою до повного видалення слідів антикорозійного покриття. Зовнішню поверхню машини і підкатних діж протерти м'якою тканиною. До машини підводиться трифазний струм необхідної напруги. Для перевірки правильності підключення машину необхідно включити. Якщо діжа обертається проти годинникової стрілки, машина підключена правильно. Інакше необхідно відключити машину і поміняти місцями дроту в місці з'єднання їх з електродвигуном.

Перед пуском машини всі механізми і поверхні, що труть, повинні бути змазані.

Правила роботи. Перед початком роботи слід перевірити справність вузлів машини без діжі, для чого натискувати кнопку «Пуск» і зупинити машину натисненням кнопки «Стоп». Далі відкрити дверці і поворотом маховичка, змонтованого на валу електродвигуна, підняти кулак мішалки у верхнє положення, підняти вгору щитки діжі і накатати діжу на плиту. Діжа фіксується трьома укріпленими в кожусі направляючими штирями, які входять ц отвори, що є в корпусі візка і вилці. При накатуванні діжі па плиту привідний вал входить всередину фланця і своїм квадратом стає над квадратним гніздом диска. Для того, щоб квадрат валу увійшов до цього гнізда, необхідно уручну повернути діжу на кут, що не перевищує 90 градусів. Як тільки гніздо співпадає з квадратом приводного валу, останній під дією пружини входить в гніздо і

фіксує діжу, запобігаючи якому-небудь переміщенню її. Після цього слід опустити щитки діжі, натискувати кнопку «Пуск» і перевірити машину в роботі. Для відкати діжі натискувати ногою на педаль, яка розташована на корпусі візка. Відкатувати діжу можна тільки після повної зупинки машини. Вимикати машину слід тільки після закінчення місцеположення діжі, тобто коли квадрат приводного валу вже знаходиться в гнізді диска.

Технічне обслуговування. змащення машини. Правильне і своєчасне змащення оберігає всі поверхні машини, що труть, від передчасного зносу і, підвищуючи коефіцієнт корисної дії механізмів, зменшує витрати електроенергії.

Таблиця 3.1.

Таблиця змащення

Місце змащення	Вид мастила	Кількість	Примітка
Редуктор приводу діжі	УС-2 («Л»), ГОСТ 1033—51	1	Мастити вручну 1 раз на 6 місяців
Кулькові підшипники електродвигуна	УС-2 («Л»), ГОСТ 1033—51	1	Мастити вручну 1 раз на 6 місяців
Шарикопідшипники підкатної діжі	УС-2 («Л»), ГОСТ 1033—51	3	Мастити вручну 1 раз в 6 місяців
Вісь вертлюга підкатної діжі	УС-2 («Л»), ГОСТ 1033—51	1	Мастити штоковим шприцом 1 раз в 6 місяців
Маточини коліс підкатної діжі	ВУС-2 («Л»), ГОСТ 1033—51	3	Мастити штоковим шприцом 1 раз в 6 місяців

Для змащення кривошипа і кулака необхідно зняти верхню кришку. Втулково-роликовий ланцюг через кожні шість місяців слід проварювати в суміші солідолу з графітом.

Санітарні вимоги. Машина тістомісильна повинна утримуватись в чистоті. Спорожнену після роботи діжу і важіль мішалки необхідно ретельно вимити і витерти досуха. Зовнішні поверхні машини після роботи протирати вологою тканиною, після чого витирати досуха.

Таблиця 6.2.

Характерні несправності і методи їх усунення.

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Гріються підшипники Зупиняється електродвигун	Відсутнє мастило Підшипники надмірно зтягнуті Перевантаження	Змазати Ослабити затягування Прокрутити вручну механізм, усунути неполадки і натискувати кнопку «Повернення» на магнітному пускачі

4. Моделювання робочих органів тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 в процесі замішування тіста

У даній дипломній роботі для тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 запропоновано вдосконалену конструкцію місильних лопатей. Важливим чинником надійної роботи машини в процесі замішування тіста є надійна конструкція лопатей. Одним із найбільш вагомих факторів, які визначають надійність і довговічність лопаті є товщина її стінки. Тому поставимо завдання дослідити за допомогою методів комп'ютерного моделювання роботу модернізованої лопаті тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 в процесі замішування тіста. Для моделювання обираємо варіанти конструкції з товщиною стінки 3 мм (масою 1,479 кг), 4 мм (масою 2,059 кг) та варіант зі значенням товщини стінки 5 мм (маса 2,682 кг)

Модель тістомісильної діжі, створену у програмі SolidWorks із парою модернізованих лопатей представлено на рис. 4.1. Моделювання лопатей під навантаженням виконаємо із за допомогою SolidWorks Simulation.



Рис. 4.1. Схема взаємного розміщення лопатей тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

Розрахунки виконаємо для випадку статичного навантаження. На початку формування розрахунку вибираємо спосіб жорсткої фіксації лопаті у верхній її частині (рис.4.2.). Наступним після задавання фіксації встановлюємо діюче навантаження (рис.4.3).

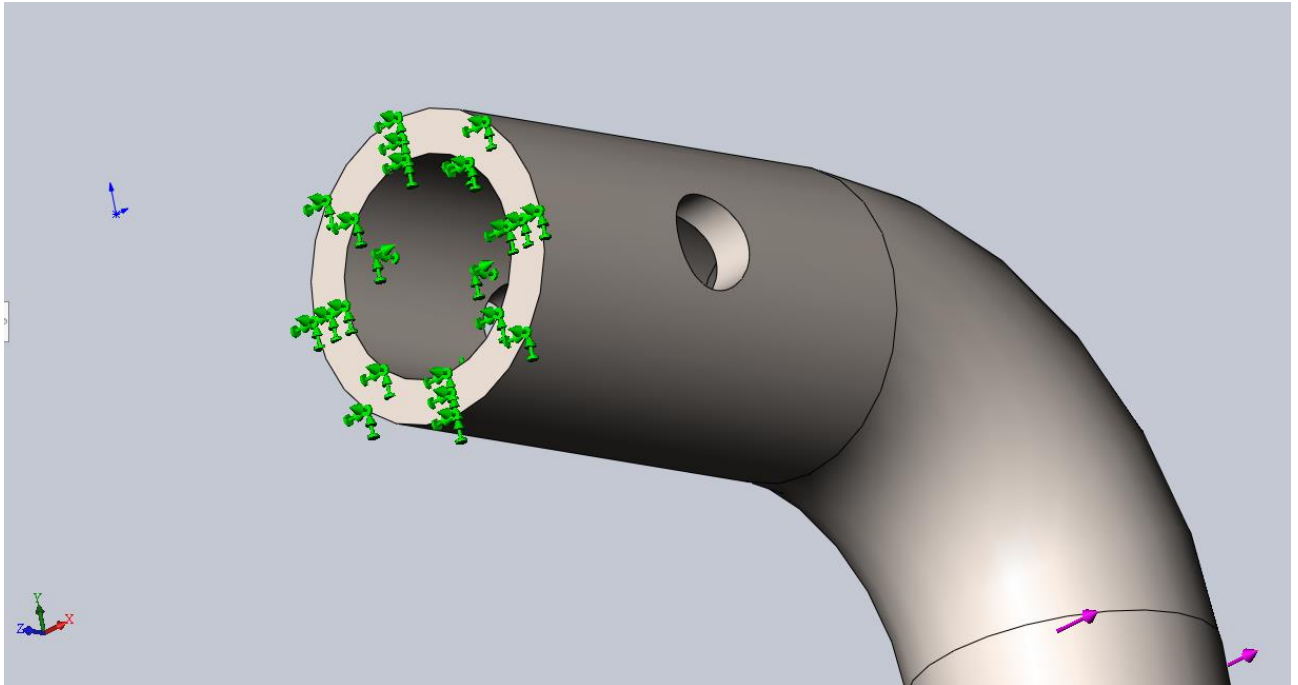


Рис. 4.2. Схема зацімлення модернізованої лопаті тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 до основи

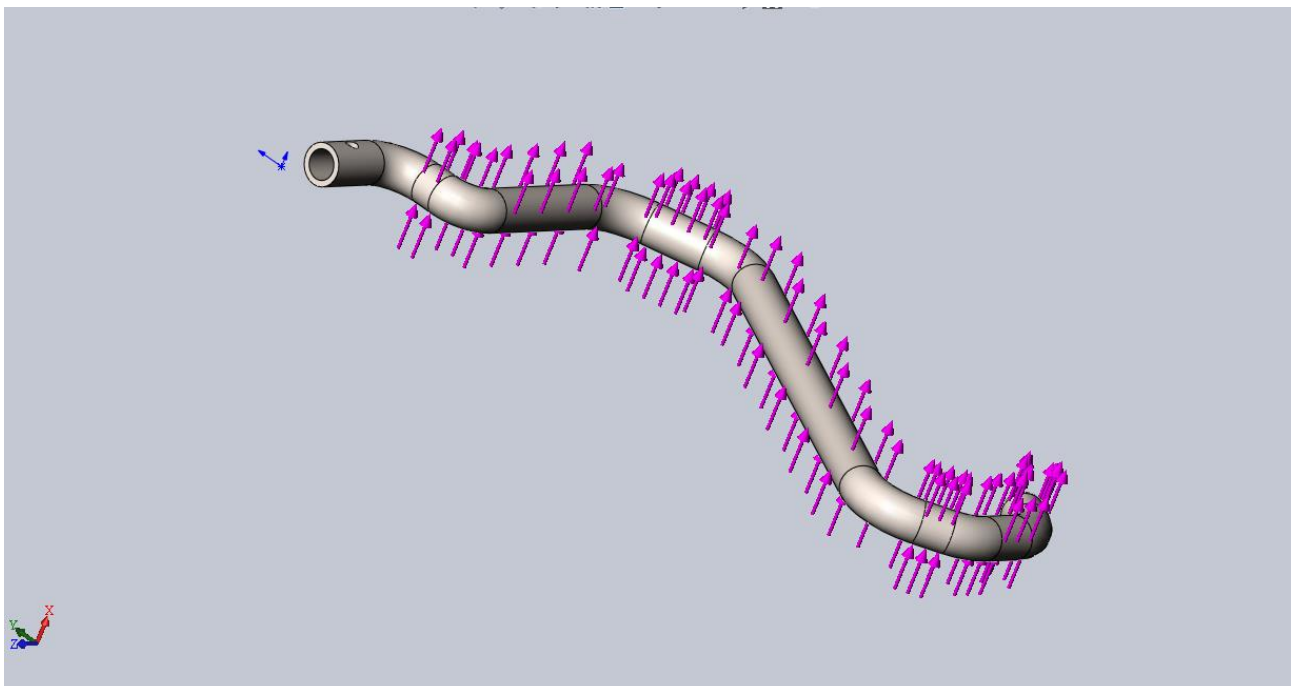


Рис. 4.3. Схема прикладання навантаження на лопать тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01

Після того, як задано спосіб фіксації лопаті і навантаження виконуємо побудову розрахункової сітки модернізованої лопаті. Застосуємо стандартний рекомендований програмою номер комірки. А після побудови сітки виконуємо розрахунки, результати яких представлені на рис. 4.5. – 4.13.

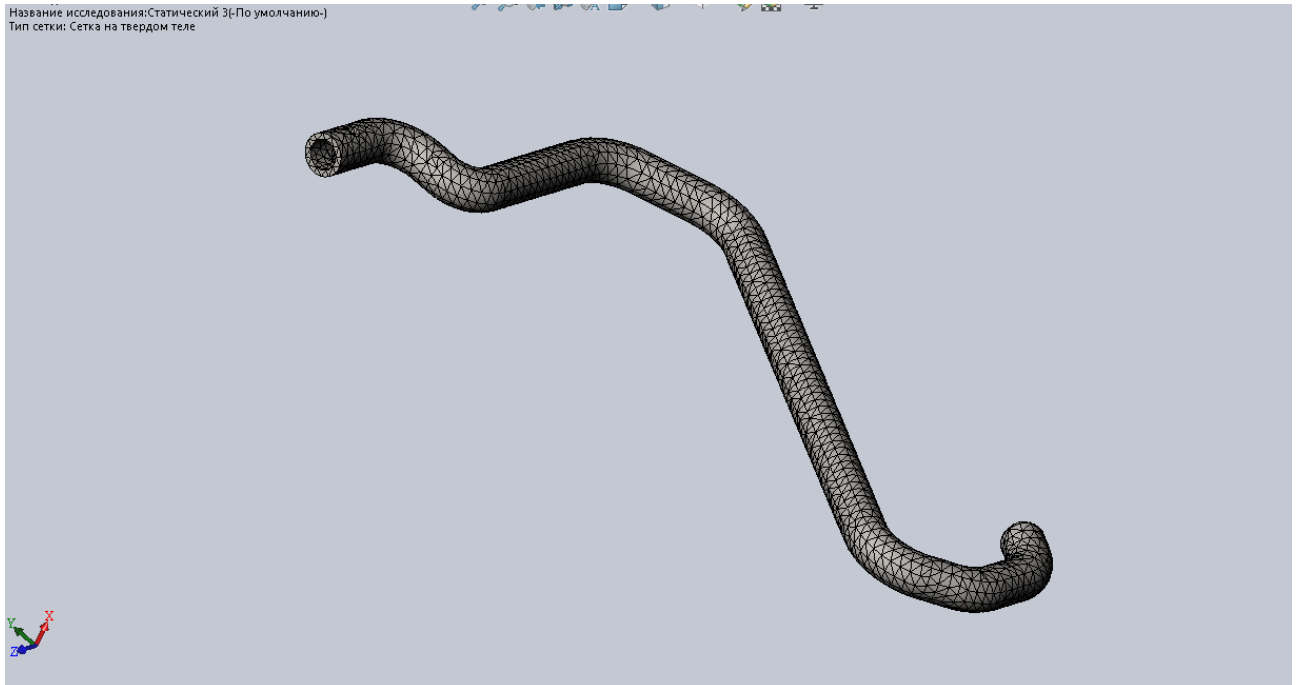


Рис. 4.4. Схема розрахункової сітки модернізованої лопаті тістомісильної машини Г4-МТМ-330-01 згідно методу кінцевих елементів

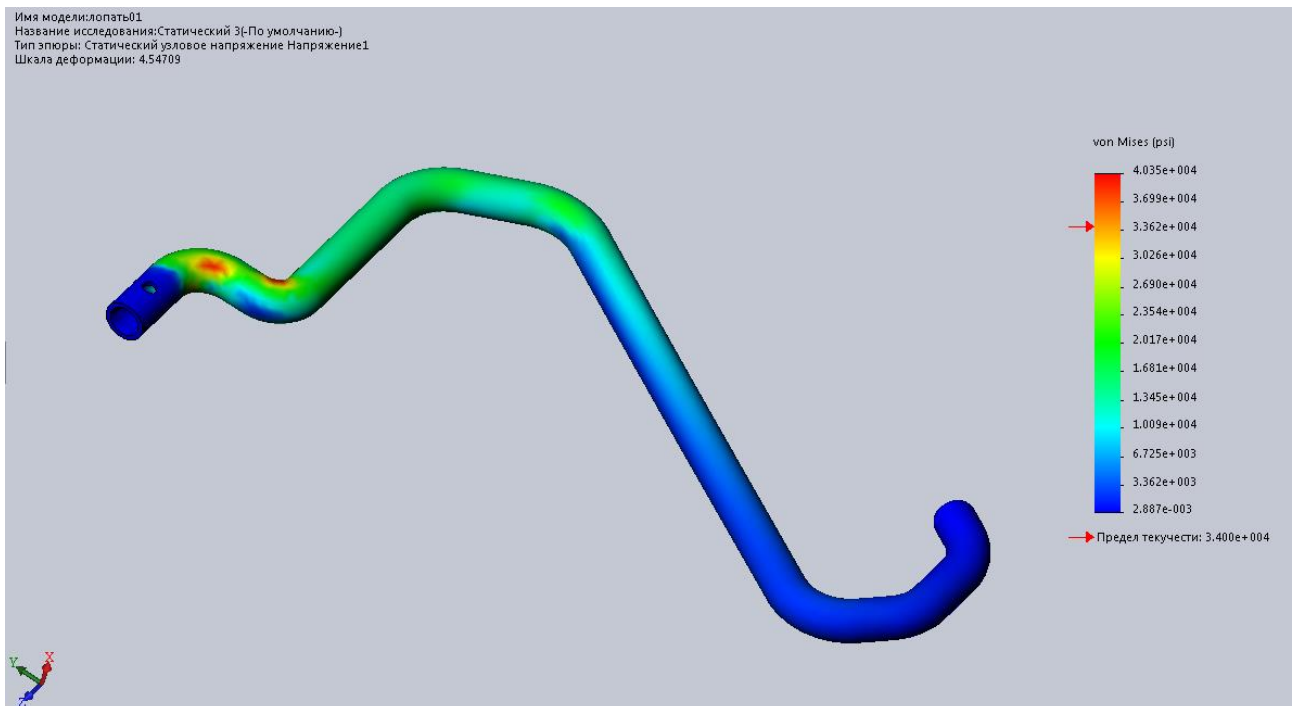


Рис. 4.5. Результати розрахунку максимальних напружень згідно фон Мізеса для варіанта стінки лопаті товщиною 3 мм.

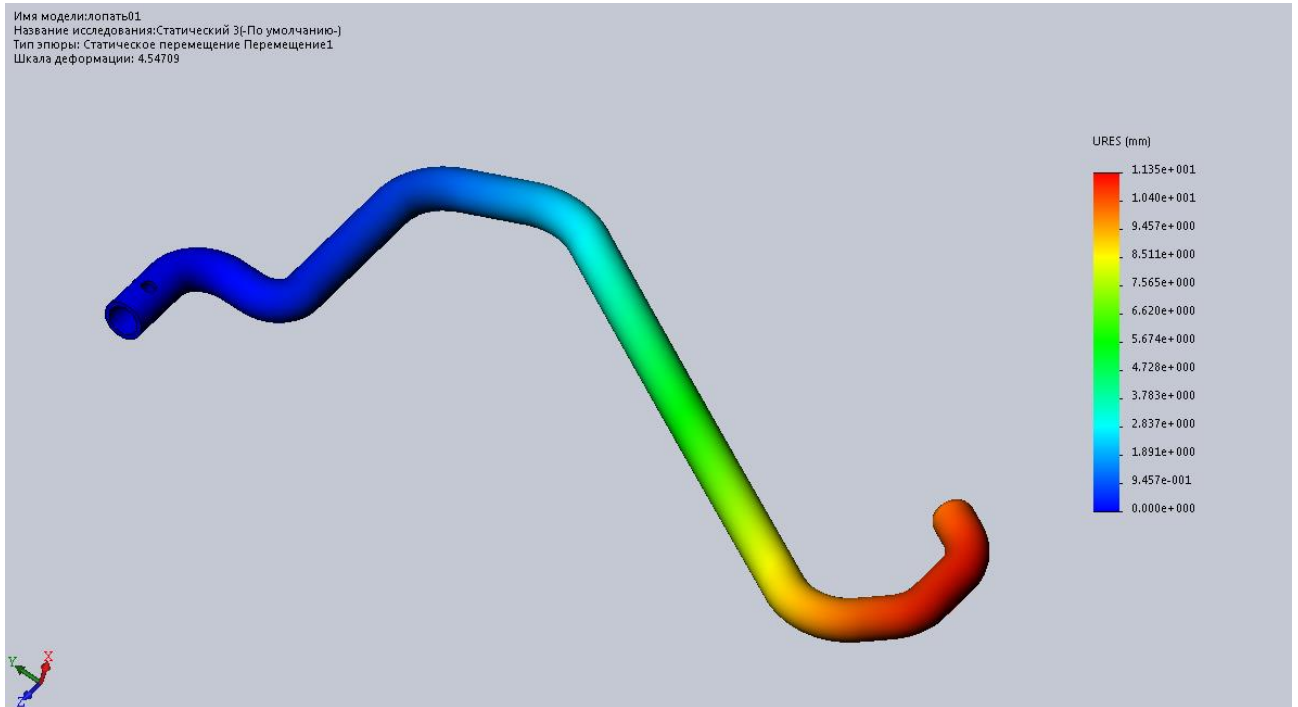


Рис. 4.6. Результати розрахунку максимальних деформацій для варіанта стінки лопаті товщиною 3 мм.

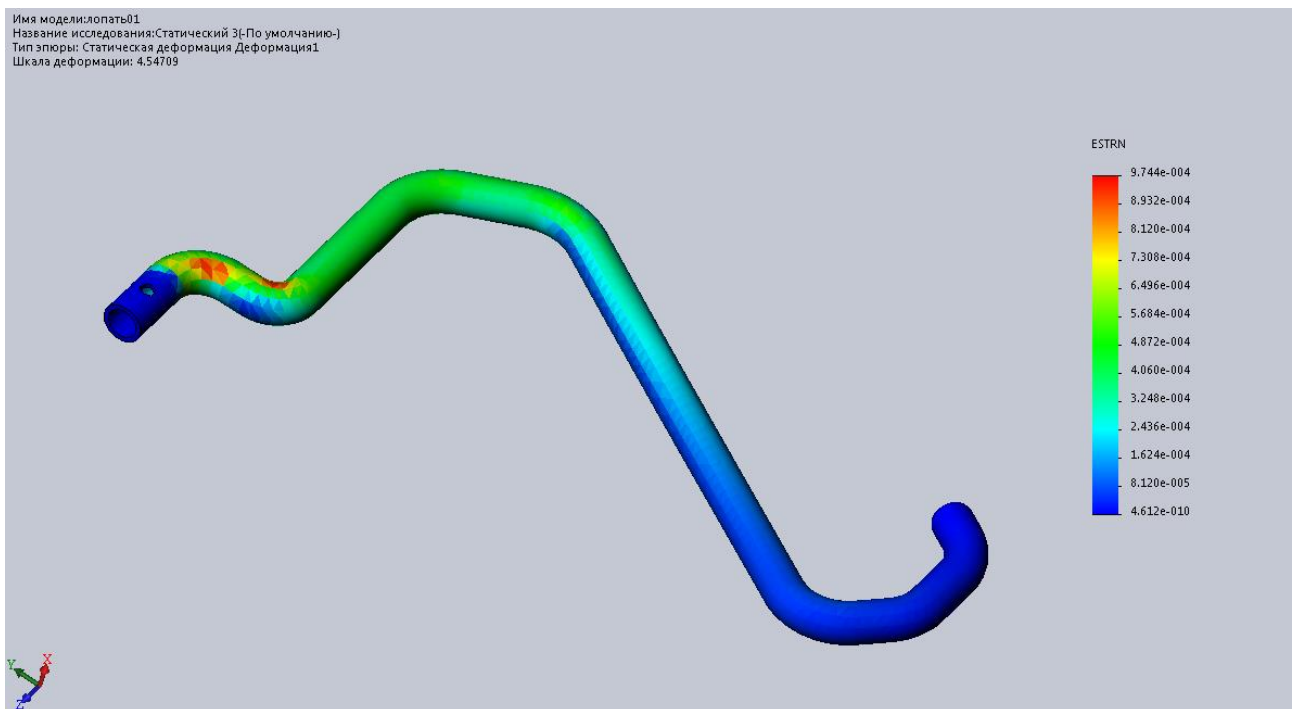


Рис. 4.7. Результати розрахунку статичних деформацій для варіанта стінки лопаті товщиною 3 мм.

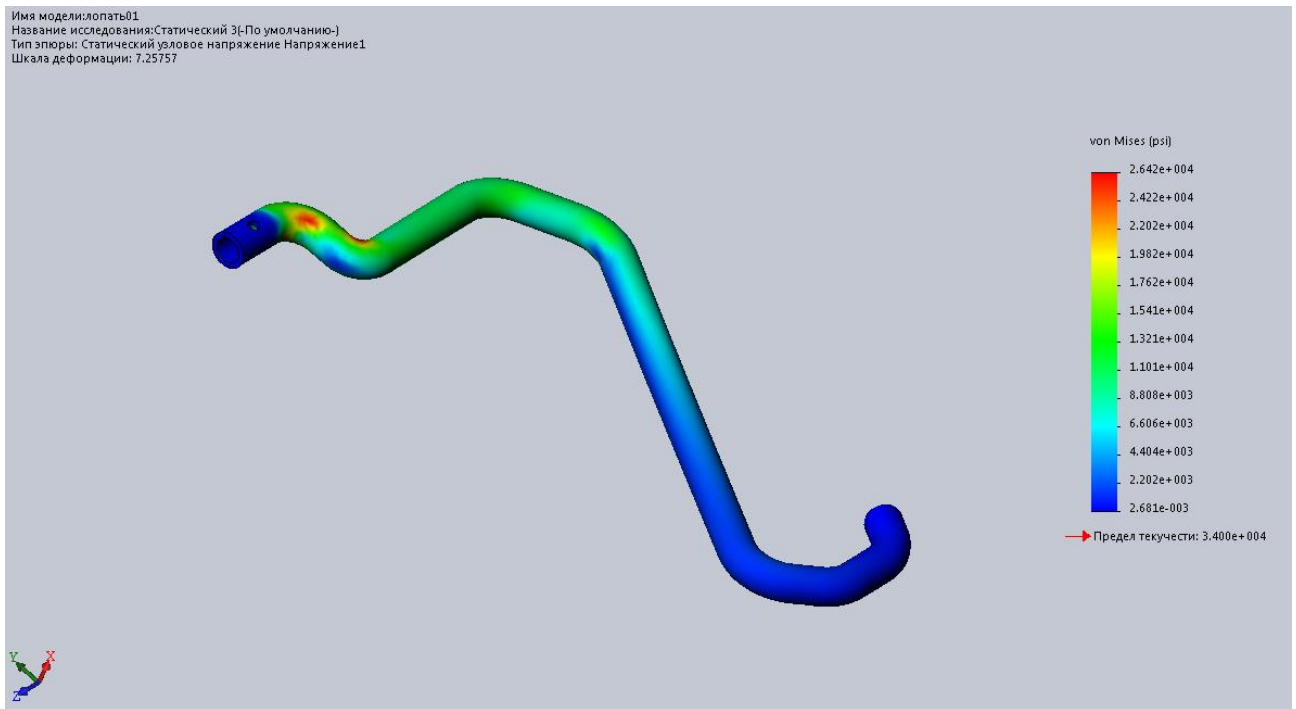


Рис. 4.8. Результати розрахунку максимальних напружень згідно фон Мізеса для варіанта стінки лопаті товщиною 4 мм.

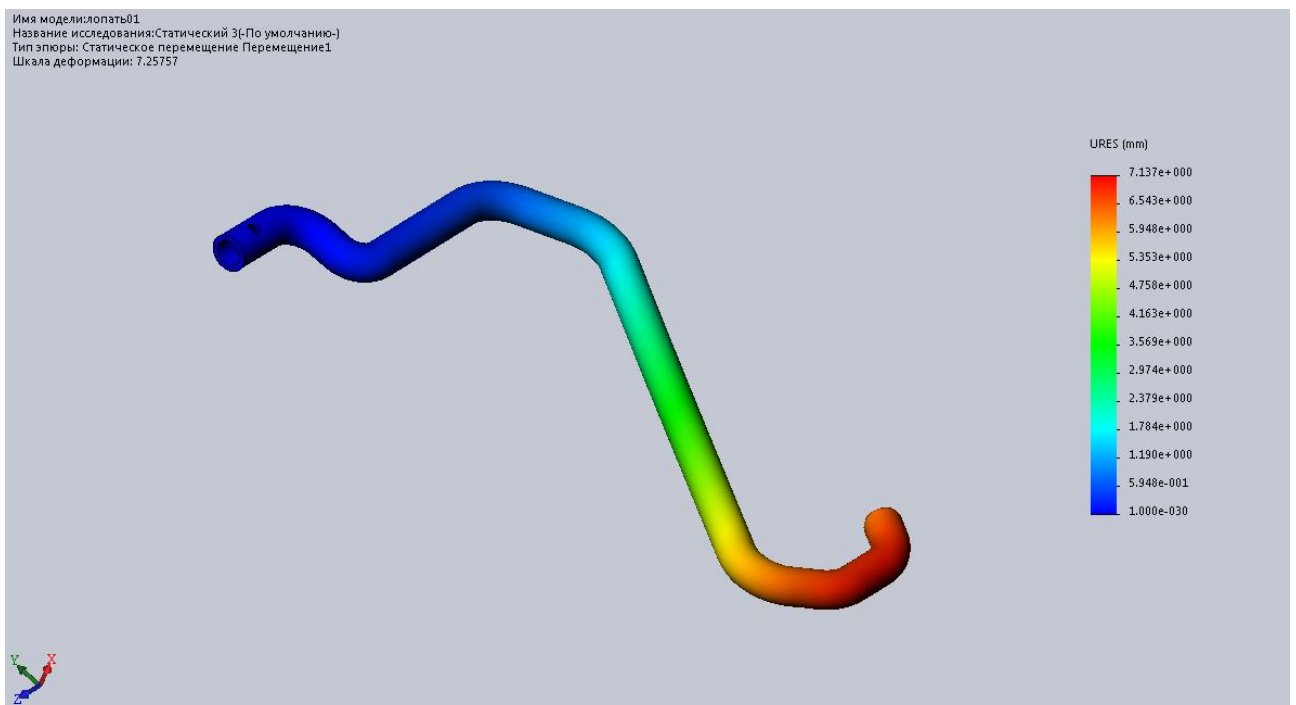


Рис. 4.9. Результати розрахунку максимальних деформацій для варіанта стінки лопаті товщиною 4 мм.

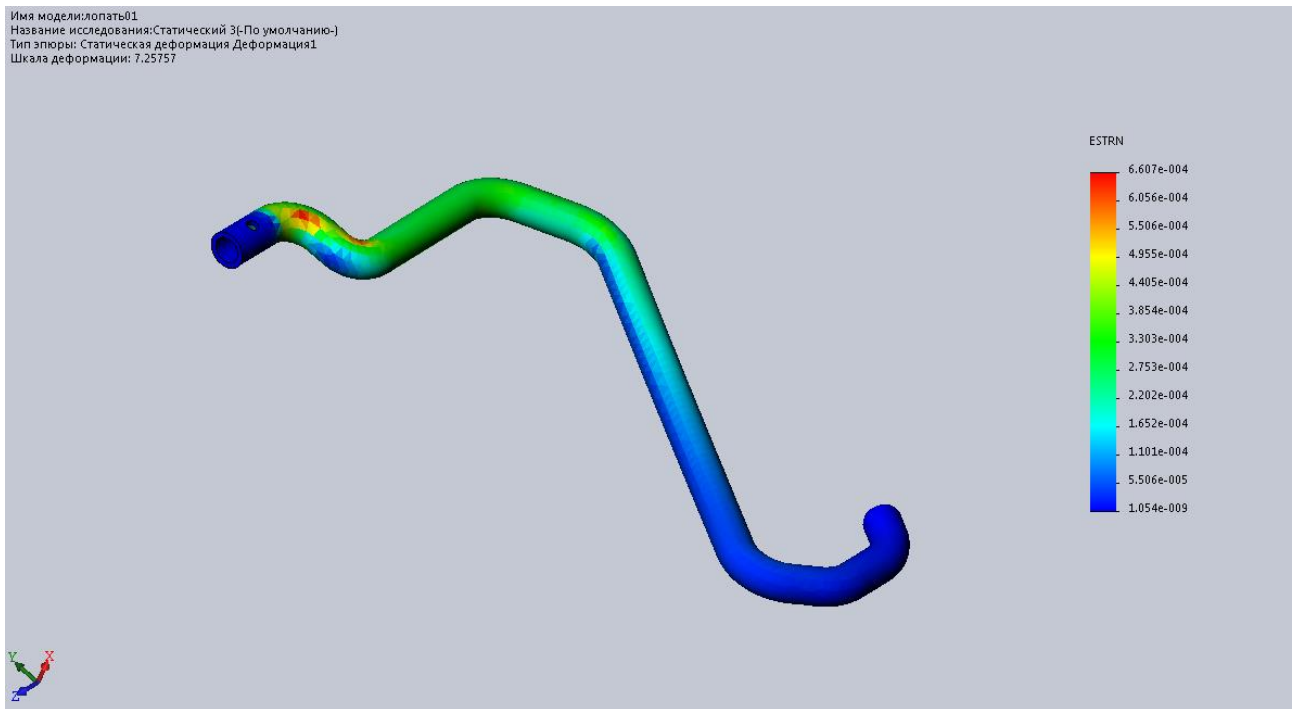


Рис. 4.10. Результати розрахунку статичних деформацій для варіанта стінки лопаті товщиною 4 мм.

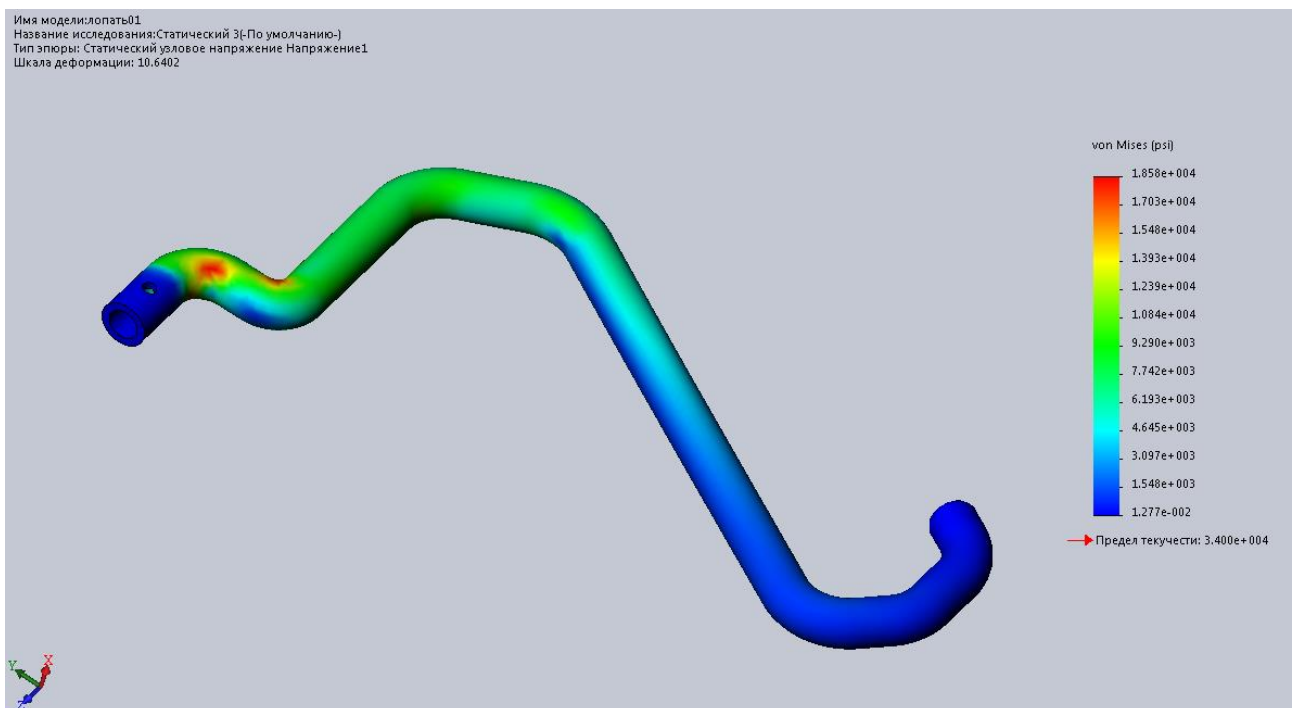


Рис. 4.11. Результати розрахунку максимальних напружень згідно фон Мізеса для варіанта стінки лопаті товщиною 5 мм.

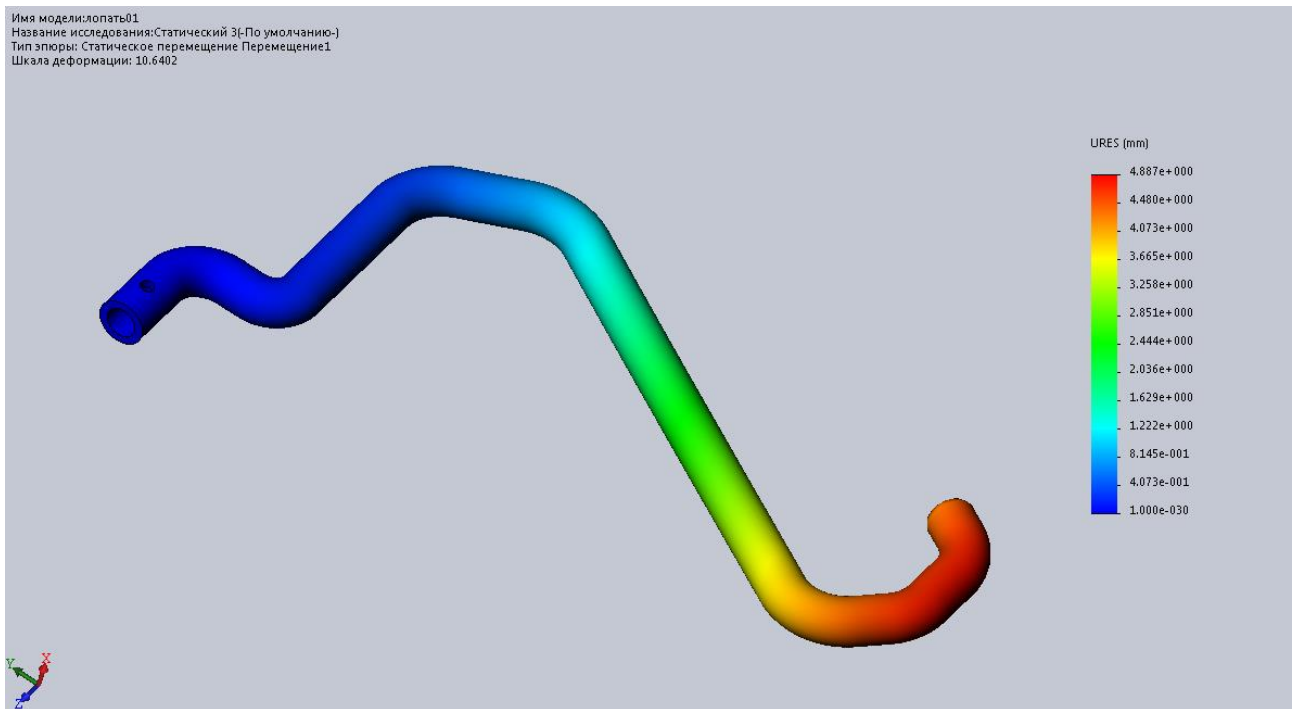


Рис. 4.12. Результати розрахунку максимальних деформацій для варіанта стінки лопаті товщиною 5 мм.

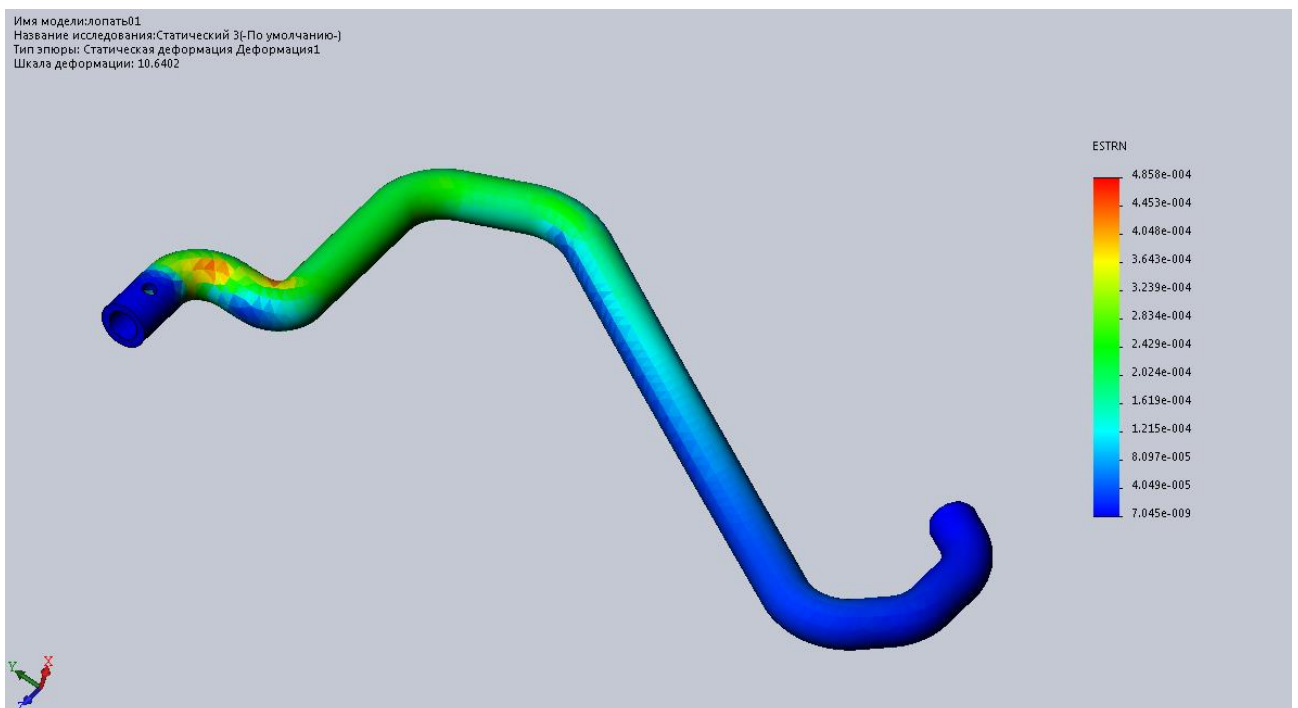


Рис. 4.13. Результати розрахунку статичних деформацій для варіанта стінки лопаті товщиною 5 мм.

За результатами обчислень перший варіант, коли товщина стінки 3 мм, є непридатним, оскільки розраховане напруження за фон Мізесом рівне $4,035E+04$ psi при значенні межі текучості $3,400E+04$ psi. Максимальні деформації під навантаженням будуть на кінці лопаті і складатимуть 11,4 мм. Такі деформації самі по собі не є чимось критичним, проте залишкові деформації 0,9 мм у верхній частині лопаті вказують на те, що з часом під впливом знакозмінних навантажень матиме місце поломка лопаті у місці деформації. Напруження за фон Мізесом під навантаженням у лопаті з товщиною стінки 4 мм є суттєво меншими межі текучості і складають $2,262E+04$ psi. Меншими є деформація у нижній частині лопаті під навантаженням (7,1 мм) і залишкові деформації у верхній частині лопаті (0,66 мм). Проте коефіцієнт запасу текучості в 1,5 рази є на межі рекомендованого і може виявитись недостатнім для стабільної роботи машини. У третьому випадку, коли товщина стінки лопаті складала 5 мм, напруження за фон Мізесом складає $1,858E+04$ psi (коефіцієнт запасу текучості рівний 1,83) що дає більшу впевненість у надійній роботі лопаті при замісі тіста. Переміщення під навантаженням нижньої частини лопаті складало 4,9 мм, а залишкові деформації лопаті у верхній частині рівні 0,48 мм. Таким чином, із трьох досліджених варіантів лише один, із товщиною стінки лопаті 5 мм доцільно застосовувати при замішуванні тіста у машині Г4-МТМ-330-0І.

5. Спеціальна частина

Завданням на дипломну роботу передбачається виконання ряду завдань, для вирішення яких необхідно застосувати програмне забезпечення.

SolidWorks - потужний засіб проектування, ядро інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка виробу на всіх етапах життєвого циклу в повній відповідності з концепцією CALS-технологій.

Основне призначення SolidWorks - це забезпечення наскрізного процесу проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності і призначення, включаючи створення інтерактивної документації і забезпечення обміну даними з іншими системами.

Програма SolidWorks - це система автоматизованого проектування, що використовує звичний графічний інтерфейс користувача Microsoft Windows.

Це легке в освоєнні засіб дозволяє інженерам-проектувальникам швидко відображати свої ідеї в ескізі, експериментувати з елементами і розмірами, а також створювати моделі і докладні креслення.

Розробником САПР SolidWorks є SolidWorks Corp. (США), незалежний підрозділ транснаціональної корпорації Dassault Systemes (Франція) - світового лідера в області високотехнологічного програмного забезпечення. Розробки SolidWorks Corp. характеризуються найвищими показниками якості, надійності і продуктивності, що в поєднанні з кваліфікованою підтримкою робить САПР SolidWorks кращим рішенням для промисловості.

Комплексні рішення SolidWorks базуються на передових технологіях гібридного параметричного моделювання, інтегрованих засобах електронного документообігу SWR-PDM і SWR-Workflow, а також на широкому спектрі спеціалізованих модулів. Програмне забезпечення виконано російською мовою, працює на платформі Windows. Випуск конструкторської документації здійснюється в повній відповідності з вимогами ЕСКД. Володіючи широкими

можливостями і доступною ціною, система швидко впроваджується у виробництво, забезпечуючи швидку окупність вкладених коштів.

Концептуальні ідеї, покладені розробниками в основу SolidWorks, і такі якості, як інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, русифікація і підтримка ЕСКД, зумовлюють успіх впровадження SolidWorks на підприємствах вітчизняної промисловості. Саме тому, вибираючи SolidWorks в якості базової САПР, підприємство отримує не тільки хороший, якісний і функціональний набір програм, а й орієнтується на найпередовіші технології, які стали стандартом де-факто для автоматизованого проектування у всьому світі.

Традиційно САД-системи орієнтовані на створення геометричних моделей виробів з геометричних примітивів, і основний час в роботі з такими системами витрачається на вибір елементів потрібних типів і, головне, на вибір оптимальної послідовності їх створення.

Далі задаються спеціальні програмні продукти для виконання інженерного або технологічного аналізу, за результатами якого модель коригується, і часом досить істотно.

Творці SolidWorks почали впроваджувати в систему елементи експертної системи, покликані скоротити обсяг необхідних роздумів конструктора над САД-системою як інструментом і мінімізувати витрати неоптимальною послідовності роботи над моделлю, типові для існуючих параметричних САД-систем. Програмний пакет Solid Works глибоко розвиває даний підхід. Програмний пакет SolidWorks багато в чому побудований на базі технології SolidWorks Intelligent Feature Technology, скорочено SWIFT.

Це комплекс вбудованих експертних систем, що дозволяють на ранніх етапах проектування з високим ступенем автоматизації вирішувати завдання оптимізації проекту. Це і інженерний експрес-аналіз (міцність, механіка, кінематика і динаміка механізмів), і аналіз технологічності (стосовно механічній обробці або вимог до лиття пластмас), і комплексна перевірка відповідності електронного документа обраним стандартам, а також аналіз розмірних ланцюгів, перевірка збирання виробу, пошук конфліктів,

автоматична простановка розмірів і технологічних позначень, і навіть автоматичне створення нового проекту на основі існуючого по ряду формальних параметрів.

В цілому ж в новій версії продукту міститься більше 250 запитаних користувачами удосконалень, а також перероблений і оптимізований інтерфейс. Також в SolidWorks істотно підвищена швидкодія при роботі зі складними збірками, додані нові функції аналізу працездатності збірок, покращена робота з кресленнями, додані нові типи сполучень.

На відміну від багатьох інших додатків САПР, створених для роботи на графічних станціях з ОС UNIX і вже згодом переписаних під Windows, SolidWorks став першою системою твердотільного параметричного моделювання, спочатку призначеної для використання на персональних комп'ютерах під управлінням найбільш поширених в той час операційних систем Windows 95 і Windows NT. При цьому можливості твердотільного моделювання, реалізовані в системі, цілком порівнянні з можливостями систем «важкого» класу, які працюють на платформі UNIX.

SolidWorks «грає» точно за прийнятими в Windows правилами, до їх числа яких можна віднести багатовіконний режим роботи, підтримка стандарту «drag and drop», що настроюється користувачем інтерфейс, використання буфера обміну і повна підтримка технології OLE Automation. Будучи стандартним додатком Windows, SolidWorks простий у використанні і, що особливо важливо, легкий у вивченні. І розробники при створенні системи абсолютно виправдано заявляли, що «якщо Ви вже знаєте Windows, то можете сміливо починати проектування з допомогою SolidWorks».

Найголовніше, що дає конструктору SolidWorks - це можливість працювати так, як він звик, що не підлаштовуючись під особливості використовуваної комп'ютерної системи. Процес моделювання починається з вибору конструктивної площини, в якій буде будується двомірний ескіз. Згодом цей ескіз можна тим або іншим способом легко перетворити в тверде тіло. При створенні ескізу доступний повний набір геометричних побудов і операцій

редагування. Немає ніякої необхідності відразу точно витримувати необхідні розміри, досить приблизно дотримуватися конфігурацію ескізу. Пізніше, якщо буде потрібно, конструктор може змінити значення будь-якого розміру і накласти зв'язку, обмежують взаємне розташування відрізків, дуг, кіл і т.п. Ескіз конструктивного елемента може бути легко відредагований в будь-який момент роботи над моделлю.

Користувачеві надаються кілька різних засобів створення об'ємних моделей.

Основними формотворними операціями в SolidWorks є команди додавання і зняття матеріалу. Система дозволяє видавлювати контур з різними кінцевими умовами, в тому числі на задану довжину або до зазначеної поверхні, а також обертати контур навколо заданої осі. Можливе створення тіла по заданим контурам з використанням декількох утворюють кривих (так звана операція лофтинга) і видавлюванням контуру уздовж заданої траєкторії. Крім того, в SolidWorks надзвичайно легко будуються ливарні ухили на обраних гранях моделі, порожнини в твердих тілах із завданням різних товщин для різних граней, скруглення постійного і змінного радіуса, фаски і отвори складної форми.

При цьому система дозволяє відредагувати в будь-який момент часу якое побудований елемент твердотільної моделі.

Важливою характеристикою системи є можливість отримання розгорток для спроектованих деталей з листового матеріалу. При необхідності в модель, що знаходиться в розгорнутому стані, можуть бути додані нові місця згину і різні конструктивні елементи, які з яких-небудь причин не можна було створити раніше.

При проектуванні деталей, виготовлених литтям, дуже корисною виявляється можливість створення різноманітних ливарних форм. Якщо для роботи необхідно використовувати будь-які часто повторюються конструктивні елементи, на допомогу приходить здатність системи зберігати примітиви у вигляді бібліотечних елементів.

Крім проектування твердотільних моделей, SolidWorks підтримує і можливість поверхового уявлення об'єктів.

При роботі з поверхнями використовуються ті ж основні способи, що і при роботі з твердими тілами. Можливо побудова поверхонь, еквідистантних до обраних, а також імпорт поверхонь з інших систем з використанням формату IGES.

Значно спрощують роботу численні сервісні можливості, такі як копіювання вибраних конструктивних елементів по лінії або по колу, дзеркальне відображення як зазначених примітивів чи моделлю.

При редагуванні конструктор може повернути модель в стан, що передувала створенню вибраного елемента. Це може знадобитися для виконання будь-яких дій, неможливих в поточний момент.

6. Обґрунтування економічної ефективності

Розрахуємо капітальні вкладення.

Вартість споруд формують наступні обсяги додаткових площ:

виробничі площі - 85 м^2

підсобні і складські приміщення 10 м^2

допоміжні приміщення 12 м^2

Згідно додатку 3 [12] виконаємо розрахунок вартості будівельних робіт.

Затрати на будівництво та освоєння виробничих площ:

$$З_{бв} = 85 * 7300 = 620500 \text{ грн.}$$

Затрати на будівництво та освоєння складських приміщень

$$З_{бс} = 10 * 3600 = 36000 \text{ грн.}$$

Затрати на будівництво та освоєння допоміжних приміщень

$$З_{бд} = 12 * 8800 = 105600 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на будівельні роботи:

$$З_{с} = 620500 + 36000 + 105600 = 762100 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну на модернізовану тістомісильну машину.

Кількість модернізованих одиниць обладнання: 1

Допоміжні матеріали укрупнено приймаємо на рівні 4% від вартості проекту.

Результати зведемо в таблицю 6.1. Розрахуємо витрати на додаткове обладнання. Розрахунки зведемо в таблицю 6.2.

Розрахуємо фонд оплати праці робітників, які виготовляють машину.

Трудомісткість виготовлення машини, люд.-год 415

Середньогодинна оплата праці по заводу, грн. 52

Фонд оплати праці: $ФОП = 415 * 52 = 21580 \text{ грн.}$

Загальновиробничі витрати укрупнено приймаємо на рівні 60% від фонду заробітної плати:

$$З_{в} = 21580 * 0,6 = 12948 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати приймаємо на рівні 55% від фонду оплати праці:

$$A_B = 21580 * 0,55 = 11869 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1

Визначення собівартості модернізованої одиниці обладнання

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Ціна одиниці, грн.	Норма витрат на одиницю продукції, грн.	Вартість сировини і матеріалів, грн.	Транспортно-заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на сировину і матеріали, грн.
I	Сировина і основні матеріали						
	Гарячий прокат:						
1	Тонкий листовий	кг	34	986,00	986,00	98,60	1084,60
2	Сортовий дрібний	кг	32	64,00	64,00	6,40	70,40
3	Середній	кг	29	652,50	652,50	65,25	717,75
4	Волочений комбінований	кг	26	13,00	13,00	1,30	14,30
	Холодний прокат:						
5	Листовий	кг	22	132,00	132,00	13,20	145,20
6	Сортовий профільований	кг	15	255,00	255,00	25,50	280,50
7	Кутники, швелери	кг	16	2560,00	2560,00	256,00	2816,00
8	Труби для заготовок	кг	26	416,00	416,00	41,60	457,60
9	Гаряча штамповка	кг	28	952,00	952,00	95,20	1047,20
10	Холодна штамповка	кг	21	336,00	336,00	33,60	369,60
11	Чавунне литво	кг	18	1080,00	1080,00	108,00	1188,00
12	Двигун	шт	1200	1200,00	1200,00	120,00	1320,00
II	Допоміжні метеріали			345,86	345,86	34,59	380,45
	Разом			8992,36	8992,36	899,24	9891,60

Виробнича собівартість виготовлення модернізованої машини:

$$V_c = 9891,60 + 21580,00 + 12948,00 + 11869,00 = 56288,60 \text{ грн.}$$

Позавиробничі витрати приймаємо на рівні 6,5% від виробничої собівартості:

$$P_v = 56288,60 * 0,065 = 3658,76 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну машини. Закладаємо рівень рентабельності 15%. Ціна:

$$C_o = (56288,60 + 3658,76) * (1,00 + 0,15) = 68939,46 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальні капіталовкладення на впровадження нової машини.

Витрати на демонтаж старої машини: 1250,00 грн. Залишкова вартість старої машини 0,00 грн. Капітальні вкладення в створення нової машини з таблиці 6.2.: 86174,32 грн. Вартість брухту від реалізації старої машини 6120,00 грн

Загальні капіталовкладення на впровадження нової машини:

$$K_o = 86174,32 + 1250,00 + 0,00 - 6120,00 = 81304,32 \text{ грн.}$$

Річний випуск продукції на модернізованій машині складе: 3164000,00 кг

Питомі капіталовкладення: $K_u = 81304,32 / 3164000,00 = 0,025696689$ грн/од.прод.

Таблиця 6.2

Кошторис витрат на обладнання.

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць, шт	Вартість одиниці, шт	Загальна вартість, грн.	Транспортні витрати, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Загальні витрати, грн.
1	Тістомісильна машина	1	68939,46	68939,45795	10340,91869	6893,945795	86174,32244
Разом				68939,45795	10340,91869	6893,945795	86174,32244

Розрахуємо витрати на транспортні засоби, силове і енергетичне обладнання, пристосування, на лабораторні прилади

Вартість транспорту приймаєм із умови 15% вартості обладнання:

$$86174,32244 * 0,15 = 12926,14837 \text{ грн}$$

Вартість силового та енергетичного обладнання приймається із розрахунку 120 грн на 1 кВт встановленої потужності.

Встановлена потужність складає: 10,95 кВт

Тоді розрахункова вартість: $10,95 * 120 = 1314$ грн

Вартість виробничого та господарського інвентаря розрахуємо з умови 100 грн на одного працюючого.

Кількість працюючих приймаємо: 24 чол

$$24 * 100 = 2400 \text{ грн}$$

Вартість інших витрат приймаємо на рівні 65% вартості обладнання та будівельно-монтажних робіт.

$$(762100 + 86174,32244) * 0,65 = 551378,3096 \text{ грн}$$

Результати розрахунків зведемо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3

Кошторис капітальних витрат.

№ п/п	Види основних виробничих фондів	Балансова вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, %
1	Споруди	762100,00	15	114315,00
2	Промислове обладнання	86174,32	20	17234,86
3	Транспортні засоби	12926,15	20	2585,23
4	Силове і енергетичне обладнання,	1314,00	20	262,80
5	Інструмент, пристосування, лабораторне обладнання	1420,00	25	355,00
6	Виробничий і господарський інвентар	2400,00	25	600,00
7	Інші витрати	551378,31		
8	Разом	1417712,78		135352,89

В процесі переоснащення планується встановлення нової машини.

Визначимо трудомісткість річного об'єму роботи при виробництві для базового і проектного варіанту.

$$\text{Вона відповідно рівна } 2373000 / 307,61 = 7714,29 \text{ год}$$

$$\text{і } 3164000 / 439,44 = 7200,00 \text{ год}$$

Таблиця 6.4

Дані для розрахунку економічної ефективності впровадження.

Показник	Варіанти
----------	----------

	Базовий	Новий
Річна програма випуску готової продукції, кг	2373000,00	3164000,00
Усереднена технічна продуктивність, кг/зм	2460,89	3515,56
Норма виробітку в годину, кг	307,61	439,44
Капітальні витрати на впровадження машини з врахуванням затрат на монтаж, грн.	1701255,34	1417712,78
Потужність встановлених двигунів, кВт	12,00	10,95
Коефіцієнт використання потужності електродвигуна	0,22	0,30
Норма амортизації обладнання, %	15,00	15,00
Розряд робіт	3,00	3,00
Тарифна погодинна ставка, грн.	25,00	25,00
Премії і доплати, %	25,00	25,00
Додаткова заробітна платня, % від основної	6,00	6,00
Витрати на охорону праці і техніку безпеки в розрахунку на середньорічного працівника за рік, грн	225,00	225,00
Відрахування на соціальне страхування, %	54,00	54,00
Баланс робочого часу в середньому на одного працівника за рік, год.	2400,00	2400,00
Виконання робітником норм виробітку, %	100,00	100,00

Для розрахунку середньорічної чисельності робітників, де діленим буде трудомісткість, а дільником добуток (Б*П). Підставивши значення, отримаємо:

$$7714,29 / 2400 = 3,21; \quad 7200 / 2400 = 3,00$$

Розрахунок поточних витрат приведено в таблиці 6.5.

Визначимо додаткові показники економічної ефективності впровадження нової техніки. Економія середньорічної чисельності робітників 0,21 чоловік

Таблиця 6.5

Затрати по заробітній платні, грн.

Витрати	Варіанти	
	Базовий	Новий
Основна тарифна заробітна плата	$25,00 * 7714,29 = 192857,14$	$25,00 * 7200,00 = 180000,00$
Основна заробітна плата	$192857,14 + 48214,29 = 241071,43$	$180000,00 + 45000,00 = 225000,00$
Додаткова заробітна плата	$241071,43 * 0,06 = 14464,29$	$225000,00 * 0,06 = 13500,00$
Премії і доплати до тарифної заробітної плати	$192857,14 * 0,25 = 48214,29$	$180000,00 * 0,25 = 45000,00$
Відрахування на соціальне страхування	$241071,43 * 0,54 = 130178,57$	$225000,00 * 0,54 = 121500,00$
Всього	385714,29	360000,00

Можливе збільшення продуктивності праці на використання даної операції:

$$0,21 * 100 / (3,21 - 0,21) = 7,14 \%$$

Економія фонду заробітної плати становить:

$$385714,29 - 360000,00 = 25714,29 \text{ грн}$$

Визначимо можливе підвищення продуктивності праці Птр в результаті економії чисельності працюючих за формулою: $P_{mp} = E_{ич} \cdot \frac{100}{T_q - E_{ич}}$,

де $E_{ич}$ – економія середньорічної чисельності робітників;

T_q – загальна кількість робітників;

$$P_{тр} = 1,21 * 100 / (24 - 1,21) = 5,33 \%$$

Розрахуємо економію річного тарифного фонду заробітної плати, що складе:

$$E_{рт} = 192857,14 - 180000,00 = 12857,14 \text{ грн}$$

Економія річного фонду основної заробітної плати:

$$E_{po} = 12857,14 * 1,25 = 16071,43 \text{ грн}$$

Економія річного загального фонду заробітної плати складе:

$$E_{ft} = 12857,14 * 1,33 = 17035,71$$

Розробимо планову калькуляцію собівартості всього річного випуску, використовуючи дані таблиці 6.6. Загальні витрати приймаємо укрупнено рівними 46% від основної заробітної плати робітників, а інші витрати від виробничої собівартості мінус виробничі витрати. Невиробничі витрати складають 1,1% від виробничої собівартості.

Таблиця 6.6

Витрата матеріальних ресурсів і заробітної плати на тону хлібопекарських виробів.

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Витрата
Борошно, кг	12,8	830
Вода плина, м3	14,2	0,35
Сіль, кг	2,5	5
Спеції і харчові добавки, кг	125	3
Яечний порошок, кг	22,5	5
Упаковка, м2	3,2	32
Електроенергія, кВт	1,67	56,68
Вода, м3	0,1	8,46
Повітря, м3	0,001	3616,6
Пара, кг	8,55	18,59

Складемо порівняльну таблицю визначення собівартості. Для визначення повної собівартості необхідним є виконання розрахунку кошторису витрат на річний випуск продукції (таблиця 6.7).

Таблиця 6.7.

Кошторис витрат на річний випуск продукції, грн.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+ чи -)
		до проекту	з проектом	
1	Матеріальні витрати			
	Борошно	25210752,00	33614336,00	-
	Вода плина	11793,81	15725,08	-
	Сіль	29662,50	39550,00	-
	Спеції і харчові добавки	889875,00	1186500,00	-
	Яечний порошок	266962,50	355950,00	-
	Упаковка	242995,20	323993,60	-
	Всього	26652041,01	35536054,68	-
2	Витрати на оплату праці	385714,29	360000,00	+
3	Відрахування на соціальні заходи	130178,57	121500,00	+
4	Амортизація	0	135352,89	+
5	Інші витрати			
	Електроенергія	132000,00	125000,00	+
	Вода технологічна	1532,00	1532,00	=
	Стиснене повітря	8582,19	11442,92	-
	Пара	1298000,00	1298000,00	=
	Втрати від браку	59325	63280	-
	Загальновиробничі витрати, грн	387	361,2	+
	Адміністративні витрати, грн	120	112	+
	Позавиробничі витрати, грн	275	275	=
	Всього	1499946,19	1499728,12	+
6	Всього витрат	28667880,06	37652635,70	-

Ефективність впровадження нової розробки розраховуємо за її чистою теперішньою вартістю. Капітальні затрати: $K = 1417712,78$ грн

Річна собівартість готової продукції: $S_p = 37656771,40$ грн

Зкладаємо річний чистий прибуток на рівні 15%: $Ч_p = 0,15 * 37656771,4 = 5648515,71$ грн

Амортизаційні відрахування: $A = 135352,89$ грн

Чистий річний прибуток з амортизаційними відрахуваннями: $AЧ_p = Ч_p + A = 5648515,71 + 135352,89 = 5783868,60$ грн

Коефіцієнт освоєння потужностей у першому році: $K_1 = 0,7$

Дисконтна ставка $K_n = 0,2$. Чиста теперішня вартість розраховується за наступною формулою

$$ЧТВ = -K + \sum_{t=1}^n \frac{(A + Ч_p)K_1}{(1 + K_n)^t}$$

Після першого року: $ЧТВ = 1956210,57$ грн. Термін окупності - один рік.

Таблиця 6.8

Зведена таблиця калькуляції собівартості випуску продукції.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+/-)
		до проекту	з проектом	
1	2	3	4	5
1	Сировина і основні матеріали	26652041,01	35536054,68	-
2	Допоміжні матеріали	1308114,19	1310974,92	-
3	Тара і тарні матеріали	242995,20	323993,60	-
4	Електроенергія і паливо (для технологічних цілей)	132000,00	125000,00	+
5	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	241071,43	225000,00	+
6	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	14464,29	13500,00	+

Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4	5
7	Нарахування на заробітну плату основних виробничих робітників	130178,57	121500,00	+
8	Загальновиробничі витрати	387,00	361,20	+
	Разом виробнича собівартість	12,10	11,90	+
9	Адміністративні витрати	120,00	112,00	+
10	Позавиробничі витрати	275,00	275,00	=
	Повна собівартість	12,10	11,90	+

Таблиця 6.9- Основні техніко-економічні показники підприємства

№ п/п	Нормативні показники	Одиниці виміру	Величина показника	
			без проекту	з проектом
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	т	2373,00	3164,00
	б) у вартісному вираженні	грн	28721646,69	37656771,40
2	Капітальні затрати:			
	а) в обладнання		1361004,27	1134170,22
	б) в площу		340251,07	283542,56
3	Загальна кількість працюючих	чол	25	24
4	Собівартість випуску одиниці продукції	грн	12,10	11,90
5	Випуск продукції з 1м ² площі	т/рік	9,31	15,82
6	Рентабельність продукції	%	0,11	0,15
7	Чиста теперішня вартість проекту	грн	-	1956210,57
8	Період окупності		-	один рік

7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки

Вивчення і вирішення проблем, зв'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, у яких протікає праця людини - одна з найбільш важливих задач у розробці нових технологій і систем виробництва. Дані аспекти досить широко розглянуті в законодавчих і підзаконних документах України, це: закон України про охорону праці (від 18.11.2012), різні санітарні норми (СН), санітарні норми і правила, ГОСТи, ДСТУ. До найбільш важливих і відповідно найчастіше вживаних належать ГОСТи та СНіПи: "Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів" (1.08.89, № 5061-89), "Санітарні норми проектування промислових підприємств" (СН 245-71), ГОСТ 12.0.001–82 "ССБТ. Основні положення", ГОСТ 12.0.002–80 "ССБТ. Терміни і визначення", ГОСТ 12.0.004–79 "ССБТ. Організація навчання робітників безпеки праці. Загальні положення", ГОСТ 12.1.005–82 "ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони", ГОСТ 12.1.019–79 "ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту", ГОСТ 12.1.030–81 "ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення", ГОСТ 12.1.003–83 "ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки", ГОСТ 12.1.004–85 "ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги".

До основних видів технологічного обладнання цеху дрібноштучних хлібопекарських та кондитерських виробів на хлібозаводі ПрАТ "Нововолинський хлібозавод" відносяться: просіювач, насоси для води та інших харчових рідин, місильна машина, ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна, транспотери, піч для готових виробів.

Основним фактором небезпеки при використанні просіювачів є велика імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також загоряння і вибуху дрібного пилу борошна в повітрі. Тому просіювач слід в обов'язковому порядку заземлити і

забезпечити достатню вентиляцію для відведення повітря і завислих частинок. Елементи приводу просіювача закрито кожухами.

При роботі з просіювачем має місце обробка легко електризованих матеріалів, а отже обслуговуючий персонал може перебувати під впливом електростатичного поля (ЕП).

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці визначається нормами СН 1757- 77.

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати: при впливі до 1 год - 60 В/м, при впливі від 1 год до 9 год – з умови не більше 60 В/м.

Технологічні місткості повинні в першу чергу забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, яка б унеможливила випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.

Перед і після подачі продукту місткості слід обов'язково піддавати миттю.

Технологічні трубопроводи повинні забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Вимогами з безпечної експлуатації електричних відцентрових передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети.

Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищезазначених чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Місильна машина являє собою корито із місильним органом для якого застосовано електричний привід. Для безпечної експлуатації необхідно забезпечити заземлення машини, а всі рухомі елементи закрити кожухами.

Ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна являють собою складні системи із електричною та механічною частинами. Для забезпечення безпечної експлуатації слід передбачити заземлення його електричної частини, а також закрити вільний доступ до елементів приводу та робочих елементів за допомогою кожухів. Також для підстраховки на підлозі слід встановити дерев'яну підставку для обслуговуючого персоналу. Наявність кількох рухомих елементів обумовлює виникнення вібрації, тому слід також передбачити впровадження віброізоляції.

При експлуатації транспортерів слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення огорож і захисних кожухів.

У тиражувальній машині слід забезпечити уникнення механічного і електричного травматизму персоналу при фізичному контакті, що досягається монтажом заземлення та встановленням захисних кожухів.

При експлуатації печі суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію, яка б забезпечувала відсутність вільних умов дотику до нагрітих

поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При роботі печі необхідно виконати наступні правила по техніці безпеки:

1. До роботи допускаються тільки особи, знайомі з принципом дії печі і відповідно проінструктовані;
2. Перед початком роботи необхідно переконатися в справності печі;
3. Чищення і змащування механізму при роботі печі категорично забороняється;
4. Забороняється працювати без огорожі ланцюгових і шестерних передач;
5. Категорично забороняється працювати без заземлення, піч повинна бути заземлена відповідно до діючих правил і норм;
6. При зупинці печі на довгий час або на час ремонту, а також на час перевірки електроустаткування піч необхідно відключити від мережі;
7. Категорично забороняється використовувати водопідігрівачі для роботи під тиском.

Технологічне обладнання й апаратура цеху кондитерських виробів повинні бути зовні пофарбовані фарбою світлих тонів (крім обладнання, виготовленого чи облицьованого нержавіючим матеріалом), не утримуючих шкідливих домішок. Фарбування посуду й інвентарю фарбами, що містять свинець, кадмій, хром не допускається.

Розміщення технологічного обладнання повинні здійснюється відповідно до технологічної схеми, забезпечувати потоковість технологічного процесу, короткі і прямі гідравлічні комунікації, виключати зустрічні потоки сировини і готової продукції.

При розміщенні обладнання повинні бути дотримані умови, що забезпечують вільний доступ працюючих до нього, проведення санітарного контролю за виробничими процесами, якістю сировини, напівфабрикатів і готової продукції, а також можливості мийки, збирання і дезінфекції приміщень і обладнання.

Усі частини, що стикаються з сировиною, повинні бути доступні для чищення, миття і дезінфекції.

При проектуванні і монтажі нового обладнання треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам Сніп "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств переробної промисловості".

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні варто застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

Штучне освітлення повинне бути представлене загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

При розміщенні стрічкових, роликкових та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул

до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на заводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

Технологічне обладнання, апаратура, посуд, тара, інвентар, плівка і вироби з полімерних і інших синтетичних матеріалів, повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Ванни, металевий посуд, спуски, лотки, жолоби і т.д. повинні мати гладкі, внутрішні поверхні, що очищаються легко, без щілин, зазорів, що виступають

чи болтів заклепок, що утрудняють очищення. Варто уникати використання дерева й інших матеріалів, що погано миються і дезінфікуються.

Визначимо необхідний повітрообмін і його кратність для вентиляційної системи цеху дрібноштучних хлібопекарських та кондитерських виробів на хлібозаводі ПрАТ "Нововолинський хлібозавод", що має довжину 42 м, ширину 6 м, висоту 4,5 м. У повітряне середовище дільниці виділяється включення у кількості $P = 120$ г/год (для даного виду пилю ГДК $= 4$ мг/м³), концентрація пилю в робочій зоні $C_{p.з} = 2,8$ мг/м³, у приточному повітрі $C_{п} = 0,3$ мг/м³, концентрація пилю в повітрі, що видаляється з дільниці, дорівнює концентрації в робочій зоні ($C_{ух} = C_{p.з}$), тобто пил рівномірно розподілений у повітрі. Кількість повітря, що забирається з робочої зони місцевим відсмоктуванням, рівна $G_M = 1500$ м³/год.

$$\text{Об'єм цеху } V = 42 \cdot 6 \cdot 4,5 = 1134 \text{ м}^3.$$

2. Необхідний повітрообмін

$$G_{np} = G_M + \frac{W - G_M(C_{p.з} - C_{п})}{C_{p.з} - C_{п}},$$

тобто

$$G_{np} = 1500 + \frac{120000 - 1500(2,8 - 0,3)}{2,8 - 0,3} = 48000 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Кратність повітрообміну в дільниці

$$K = \frac{G_{np}}{V} = \frac{48000}{1134} = 42,33 \text{ 1/год},$$

тобто за 1 год повітря в дільниці повинно обмінюватися 42,33 рази.

7.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.2.1. Проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на підприємствах харчової та переробної промисловості в осередках ураження

Аварійно – рятувальні роботи в зоні НС складаються з пошуково-рятувальних та невідкладних аварійно-відновлювальних робіт.

Пошуково-рятувальні роботи складаються з розвідки зони НС, розшуку постраждалих, визволення (деблокування) постраждалих з місць ураження, надання невідкладної медичної допомоги та транспортування до пунктів надання медичної допомоги

Розвідка зони НС. Розвідка є важливим етапом проведення робіт по ліквідації наслідків НС, забезпечення безпеки рятувальників, постраждалих та населення. Розвідка зони “НС” полягає в збирання всебічної інформації про осередок ураження з метою оцінки обстановки та прийняття рішення.

Задачами розвідки є:

- встановлення зони та характеру НС;
- визначення місць знаходження постраждалих та їхній стан;
- встановлення ступеню радіоактивного, хімічного біологічного зараження;
- оцінка стану об’єктів в зоні НС (будівель та споруд, інженерних комунікацій, ліній зв’язку, джерел водопостачання);
- визначення осередків пожеж та інших небезпечних факторів (вода, газ, пар тощо) та джерела їх виникнення;
- можливість та шляхи розвитку аварійної ситуації;
- визначення шляхів під’їзду та евакуації постраждалих.

Аварійно-рятувальні служби поділяються на:

- державні, регіональні, комунальні, об’єктові та громадських організацій;
- спеціалізовані та неспеціалізовані;
- професійні та непрофесійні.

Пошук постраждалих і надання їм першої допомоги є головною задачею рятувальників при ліквідації наслідків НС. Пошук постраждалих починається з ознайомлення з результатами розвідки, вивчення зони (місця) проведення робіт, характеру НС і визначення методики проведення пошуку. Мета розшуку – встановити місця знаходження, а також стан постраждалих в зоні «НС».

На початковому етапі пошуково-рятувальних робіт застосовується тактика «поверхнево-просторового» пошуку. При цьому пошук ведеться по всій зоні «НС» в легко доступних місцях, в першу чергу в тих місцях звідки лунають кликання про допомогу. Перевага цієї тактики в тому, що охоплюється одночасно практично вся зона «НС» з застосуванням невеликої кількості технічних засобів, та при невеликих витратах часу. Недоліком є те, що потребує багато сил.

В подальшому, після того як знайдено та вилучено постраждалих з легко доступних місць, застосовується тактика «визначення головних об'єктів» проведення пошуку. При цьому в загальній зоні «НС» виділяються місця які мають пріоритет часу, тобто на них утворилася небезпека (вогонь який розповсюджується, наявність продуктів згоряння, недостаток кисню, загроза затоплення тощо) в цих місцях концентруються сили та засоби для проведення пошуку та рятування постраждалих.

Перевага цієї тактики в тому, що потрібно менше сил. Недоліком є те, що зменшується зона пошуку, отож збільшується час. Якщо сил та засобів достатньо то застосовуються обидві тактики одночасно.

Для скорочення часу проведення розшуку постраждалих потрібно користуватися наступними загальними правилами:

- послідовність вибору об'єктів для ведення розшуку заснована на принципі від простого до складного, тобто розшук ведеться в місцях, що мають малі пошкодження та з малим ступенем небезпеки, далі з більшими і т.д.;
- при визначені місць найбільш вірогідного перебування постраждалих необхідно мати на увазі наступне: час виникнення «НС» в робочий час

постраждалих буде більше на об'єктах та установах, та менше в житлових будинках, в неробочий – навпаки;

- урахувати час протікання (розвитку) «НС» для того, щоб зробити висновок – де шукати постраждалих. Якщо аварійна ситуація розвивалась таким чином, що у людей був час тікати з небезпечної зони, то постраждалих слід шукати на шляхах евакуації (коридори, біля вихідних дверей, вікон, сходові клітини), якщо не було часу покинути небезпечну зону, то на робочих місцях, кімнатах, під плитами перекриттів в першу чергу у пустотах;

- розшук вести в тиші;

- пошук вести мінімум парами;

- в першу чергу визволяються живі, а при знаходженні загиблих вони не визволяються, а відмічаються місця їх знаходження. Загиблі визволяються в останню чергу;

- розшук постраждалих проводиться доти, доки не буде встановлено, що в зоні «НС» не лишилося ні живих ні загиблих.

Після вивчення зони проведення робіт і характеру НС рятувальники вибирають оптимальну методику проведення пошуку потерпілих. До числа основних методів пошуку потерпілих відносяться: візуальний, акустичний (звуковий), прочісування місцевості, пошук слідами, зондування, опитування очевидців, пошук з повітря, пошук з використанням спеціальних приладів, тварин.

Візуальний метод. Близько 90% інформації людина одержує за допомогою зору. Тому основним способом пошуку потерпілих є візуальний. Він полягає в огляді місцевості і визначенні місцезнаходження потерпілих. Візуальний метод висуває підвищені вимоги до зору, спостережливості і зоровій пам'яті рятувальників, оскільки, найчастіше, видимими залишаються лише невеликі частини тіла, фрагменти одягу, спорядження, обмундирування, сліди крові.

Акустичний (звуковий) метод. Коли візуальний пошук утруднений чи не може використовуватися, його проводять по отриманню звукової інформації від

потерпілих. До основних звукових сигналів відносяться: розмова, лемент, стогін, плач, свист, подих, храп, удари в долоні, тупіт, стукіт, постріл, вибух, звук двигуна, гавкіт собаки, лемент птаха.

З метою оптимізації пошуку потерпілих звукові сигнали можуть подавати самі рятувальники – постійно, з невеликим проміжком часу для прослуховування можливих відповідей.

Прочісування місцевості. Цей метод застосовується, як правило, у природному середовищі, коли потерпілі не можуть самостійно рухатися, подавати звукові, інші сигнали. Цей спосіб заснований на пішому проходженні й уважному візуальному огляді обстежуваної території. В окремих випадках прочісування здійснюється з використанням техніки і тварин.

Попередньо територія пошуку розбивається на квадрати, кожний з яких потім піддається прочісуванню. Спочатку керівник роботи визначає на місцевості орієнтири, напрямок руху; обговорюються умовні сигнали, місце збору і відстань між учасниками пошуку. Рух здійснюється в шерензі, по краях якої потрібно поставити найбільш досвідчених рятувальників. Вони задають напрямок руху, контролюють його виконання, подають звукові сигнали. Під час прочісування місцевості кожен рятувальник повинний уважно оглядати територію, вивчати місця ймовірного перебування потерпілих (повалене дерево, яр, ущелина, купа листів, вимоїна, сніжний замет, тороси), збирати речові докази. При виявленні постраждалих потрібно надати їм допомогу, організувати евакуацію, докласти керівнику і, по необхідності, продовжити подальший пошук людей. Рішення про припинення пошуку приймає тільки керівник роботи.

Пошук слідами. В умовах природного середовища ефективним способом пошуку потерпілих є їхній пошук слідами на снігу, траві, бруді, льоді, пилу, піску, по залишених предметах, зарубкам. Слідами визначаються напрямок руху, наявність техніки, тварин, на яких пересувалися постраждалі, спорядження, продуктів харчування, медикаментів, стан постраждалих, кількісний і якісний склад групи, час перебування людей в обстежуваній

місцевості. У тих випадках, коли слід не обривається і добре видний, пошук потерпілих не припиняється до їхнього виявлення.

Пошук слідами здійснюється в пішому порядку, з використанням тварин і техніки, групою рятувальників у кількості 5-6 чоловік. Це необхідно для забезпечення оперативності і надання допомоги навіть у випадку дроблення основної групи на кілька груп, що йдуть по різних маршрутах у залежності від кількості потерпілих і напрямку їхнього пересування.

Опитування очевидців є одним з ефективних способів пошуку постраждалих. У ході його визначаються місцезнаходження постраждалих, їхня кількість, загальний стан, наявність продуктів харчування, засобів життєзабезпечення, напрямку руху, стан під'їздів (підходів), рельєф місцевості, наявність небезпек.

Опитування проводиться у формі довірчої бесіди, а його результати повинні чи запам'ятовуватися заноситися в журнал. При опитуванні потрібно не перебивати оповідача, а задавати йому уточнюючі питання. Під час бесіди людина повинна бути зацікавлена в передачі вичерпної інформації, що забезпечить надалі оперативний пошук потерпілих.

Використання тварин. Пошук постраждалих може здійснюватися з використанням тварин. Найчастіше в ньому беруть участь спеціально підготовлені кінологами собаки. Цей спосіб заснований на їхній природній здатності уловлювати запахи і реагувати на них (гавкіт, задана поза, стандартні рухи). При пошуку собаки обнюхують зони ймовірного перебування потерпілих (завал, лавина, замкнутий і вузький простір).

Деблокування постраждалих. Деблокування – це відновлення рухомості постраждалого. Якщо в наслідок аварії людину завалило уламками конструкцій, обладнання тощо і вона не в змозі самотужки звільнитися необхідно проведення деблокування. Взагалі деблокування включає до себе послідовно виконання наступних фаз:

1. Визначення положення постраждалого в просторі та його стану.

2. Доступ до постраждалого. Доступ це роботи спрямовані на проникнення пожежних або рятувальників до постраждалого. Доступ забезпечується викриттям, розрізанням, проломом, підкопом тощо. Важливо при проведенні робіт по створенню доступу не погіршити стан постраждалого в ході видалення уламків. Якщо постраждалий притомний з ним встановлюється контакт в ході якого потрібно ставити наступні питання: як довго він знаходиться в такому стані, на які частини тіла діє навантаження, що він відчуває, хто може знаходитися поруч і скільки їх. Такий контакт є не тільки джерелом інформації для рятувальників, але і потужною психологічною підтримкою постраждалого. Якщо після проведення доступу до постраждалого встановлено, що на його не діють уламки, його витягують через виготовлений прохід. Якщо тіло постраждалого затиснуто уламками приступають до проведення третьої фази.

3. Визволення постраждалого з-під дії механічних навантажень. Процес визволення проводиться за допомогою засобів механізації. Перед зняттям механічного навантаження з постраждалого необхідно:

- ретельно вивчити обстановку (положення постраждалого, які частини тіла знаходяться під вантажем, приблизні розміри та маса уламків які діють на постраждалого, до чого може призвести їх пересування тощо)

- в'яснити час знаходження постраждалого під вантажем, та надати йому потрібну допомогу;

- прибрати від конструкції, що діє на постраждалого будівельний злам. Інші дрібні конструкції, тощо.

Транспортування постраждалих. Під транспортуванням постраждалих розуміється комплекс робіт по переміщенню постраждалих з місця отримання ними пошкодження до пункту прийому медичними робітниками.

Транспортування постраждалих виконується в залежності від типу НС на початковому або заключному етапі пошуково - рятувальних робіт і є дуже відповідальним видом рятувальних робіт. Невірний вибір шляхів та способів

транспортування може звести на унівець всі попередні зусилля рятувальних робіт.

7.2.2. Здійснення заходів щодо знезаражування обладнання, транспортних засобів, харчової сировини та напівфабрикатів, промислових будівель у разі виникнення радіаційного, хімічного, бактеріологічного їх забруднення(зараження).

1. Знезараження/фумігація проводяться згідно із законодавством. Під час проведення знезараження/фумігації, організації та контролю за знезараженням об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів особи, які проводять знезараження, та державний фітосанітарний інспектор повинні дотримуватись заходів безпеки.

2. Заражені регульованими шкідливими організмами об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів, у тому числі дерев'яний пакувальний матеріал, який не відповідає фітосанітарним заходам, засоби перевезення (транспортні засоби та транспортне обладнання), сільськогосподарська техніка, машини та знаряддя підлягають знезараженню, а у разі неможливості:

технічній переробці;

знищенню;

поверненню вантажу (у випадку імпорту).

Зазначені заходи проводяться під контролем державного фітосанітарного інспектора у випадках:

наявності Розпорядження;

вимоги країни-імпортера;

звернення власника.

Технічна переробка об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів здійснюється у випадках, коли зміна фізичних, хімічних чи біологічних властивостей об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів призведе до належного рівня фітосанітарного захисту.

Знищення об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів здійснюється у випадках, коли технічна переробка не призведе до належного рівня фітосанітарного захисту. Знищення заражених об'єктів регулювання проводиться у безпечний спосіб шляхом спалювання на підприємствах або в спеціально облаштованому місці в тому числі в зонах митного контролю чи в пунктах пропуску на державному кордоні України, що мають відповідні потужності для спалювання.

Повернення об'єктів регулювання здійснюється у випадках виявлення карантинних організмів в імпорتنих вантажах, до яких не можливо застосувати фітосанітарні процедури або знезараження, проведення яких дозволить ввезення об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів.

3. Знезараження об'єктів регулювання та об'єктів, у тому числі пакувального матеріалу, засобів перевезення (транспортні засоби та транспортне обладнання), сільськогосподарська техніка, машини та знаряддя проводяться наступними методами:

фізичний метод обробки включає механічні, термічні, променисті та радіоактивні способи знезараження. Фізичний метод обробки проводиться із застосуванням потужностей, які дозволяють знищити, деактивувати або вилучити шкідливі організми, або їх стерилізувати чи знешкодити в залежності від біології такого організму;

хімічний метод обробки включає способи знезараження пестицидами (крім сполук або суміші речовин біологічного походження), в тому числі фумігацію. Хімічний метод обробки проводиться із застосуванням препаратів, які дозволені до використання відповідно до чинного законодавства та обладнання, яке дозволяє знищити, деактивувати шкідливі організми або їх стерилізувати чи знешкодити;

біологічний метод обробки включає способи знезараження сполуками або сумішами речовин біологічного походження, використання біологічних контрольних організмів, які дозволяють знищити, деактивувати або їх стерилізувати чи знешкодити. Біологічний метод обробки проводиться із

застосуванням препаратів, які дозволені до використання відповідно до чинного законодавства.

4. При знезараженні об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів може застосовуватись декілька методів обробки.

5. Фумігація під час перевезення об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів, що завантажуються у трюми суден глибиною разом із комінгсом понад 12 м, проводиться із застосуванням системи рециркуляції.

6. У разі вивезення за межі митної території України вантажу, який формується з декількох партій об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів, знезараження може проводитися у місцях складування, концентрації (нагромадження) такого вантажу.

7. Проведення знезараження об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів хімічним методом обробки на території України здійснюється особами, які мають:

посвідчення і допуск, видані Держпродспоживслужбою, відповідно до Закону України «Про захист рослин»;

наряд на виконання робіт з пестицидами і агрохімікатами, виданий організатором робіт із знезараження;

дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. У випадку проведення фумігації, такий дозвіл повинен включати право на застосування шкідливих небезпечних речовин 1 класу небезпеки;

копію посвідчення про державну реєстрацію препаративної форми (препарату) пестициду.

8. Якщо у ході фумігації об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів проводиться дегазація, закінчення дегазації встановлюється уповноваженим представником особи, яка здійснювала фумігацію (далі – Організатор робіт), який письмово підтверджує можливість безпечного користування об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів.

9. Фітосанітарні процедури проводяться до фумігації або після дегазації об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів з урахуванням особливостей, встановлених цим Порядком.

У випадках проведення фумігації об'єктів регулювання, об'єктів або інших об'єктів під час транспортування дегазіція розпочинається не раніше закінчення терміну експозиції, який зазначено в фумігаційному сертифікаті. Організатор робіт після внесення фуміганту зобов'язаний письмово передати перевізнику або уповноваженій ним особі фумігаційний сертифікат.

Зобов'язання перевізника або уповноваженої їм особи провести дегазіцію згідно з інструкціями, наданими Організатором робіт, засвідчується підписом такої особи на фумігаційному сертифікаті або на іншому документі.

10. Факт проведення знезараження засвідчується особою, що проводила знезараження, шляхом видачі акта проведених робіт. У випадку фумігації підтвердженням проведення знезараження є фумігаційний сертифікат.

Документи складаються українською мовою, а у випадку експорту, реекспорту також англійською мовою.

11. Особи, відповідальні за знезараження/фумігацію, зобов'язані надати відповідні інструкції іншим особам, в тому числі перевізнику або уповноваженій ним особі, щодо дотримання вимог до завершення процесу знезараження/фумігації, із зазначенням тривалості експозиції та умови початку дегазації. Інструкції можуть міститися в фумігаційному сертифікаті або іншому документі.

12. Суб'єкт господарювання, який виконує роботи по знезараженню/фумігації об'єктів регулювання, об'єктів чи інших об'єктів несе відповідальність за неналежне виконання робіт згідно з чинним законодавством.

13. Організацію та контроль за знезараженням об'єктів регулювання, які переміщуються через державний кордон та/або кордони карантинних зон, здійснюють державні фітосанітарні інспектори шляхом документальної

перевірки, та у разі потреби – проведення фізичної перевірки проведення знезараження об'єктів регулювання.

Організація та контроль за знезараженням здійснюють за ініціативою власника згідно із Заявою на проведення фітосанітарних процедур.

14. При здійсненні документальної перевірки державний фітосанітарний інспектор перевіряє:

документи про особу, яка проводить знезараження, в тому числі про виконавця знезараження;

документи про матеріально-технічну базу, яка буде використовуватися для проведення знезараження;

документи щодо об'єкта регулювання, об'єкта, який буде знезаражуватись;

документи, які засвідчують проведення знезараження.

За результатами проведення контролю за знезараженням державний фітосанітарний інспектор складає акт проведення фітосанітарних процедур і, за необхідності, заносить інформацію до карантинного, фітосанітарного чи фітосанітарного сертифікату на реекспорт.

15. Після знезараження об'єктів регулювання їх фітосанітарний стан визначається державним фітосанітарним інспектором з урахуванням результатів інспектування, огляду та/або фітосанітарної експертизи (аналізів).

У разі проведення фумігації об'єктів регулювання у транспортних засобах під час перевезення підтвердженням її проведення є виданий фумігаційний сертифікат. У такому разі організація та контроль за знезараженням здійснюється державним фітосанітарним інспектором шляхом проведення документальної контролю документів, передбачених пунктом 7 Розділу 7 цього Порядку, та внесенням державним фітосанітарним інспектором необхідної інформації до фітосанітарного сертифіката.

16. У разі встановлення державним фітосанітарним невідповідності фактичним даним інформації, яка вказана в заяві на проведення фітосанітарних процедур в частині організації та контролю за проведенням знезараження

об'єктів регулювання, відсутності в осіб, які будуть проводити знезараження об'єктів чи об'єктів регулювання документів, визначених пунктом 7.7. цього Порядку, а також встановлення державним фітосанітарним інспектором невідповідності об'єктів регулювання вимогам фітосанітарних заходів, а у випадку експорту – фітосанітарним заходам країни-імпортера, державний фітосанітарний інспектор може видати Розпорядження, або у випадках, передбачених законом, відмовити у видачі сертифікатів, передбачених Законом.

8. Екологія

8.1. Напрямки екологізації хлібопекарських виробництв

Технології зменшення відходів повинні бути ключовим компонентом хлібопекарських виробництв. Ці складові виробничих процесів не обов'язково повинні базуватися на високих технологіях або потребувати значних капіталовкладень. Технології зменшення відходів можуть і повинні бути застосовані до будь-якого процесу, від найпростішого до виробничих процесів і програм, пов'язаних з космічними дослідженнями.

Шляхи зменшення відходів у хлібопекарській промисловості можуть бути поділені на 4 основні групи:

1. управління використанням сировини і матеріалів;
2. модифікація і вдосконалення процесів виробництва;
3. зменшення об'ємів відходів;
4. утилізація відходів.

Першим кроком процесу вдосконалення операцій для мінімізації відходів є оцінка наявного виробничого процесу з метою виявлення шляхів вдосконалення його ефективності. Огляд повинен включати всі складові виробничого процесу, від поставки сировини через виробництво до зберігання готової продукції.

Засоби зменшення кількості шкідливих відходів у хлібопекарській промисловості:

1. зменшення кількості відходів на джерелі, де вони продукуються, через зменшення кількості матеріалів, які використовуються для виробництва, їх заміну, внесення змін до виробничих процесів чи їх заміну більш екологічно безпечними, внесення змін до виробничого ланцюга. Необхідно визначити, на якому з етапів виробничого процесу продукуються шкідливі відходи, прослідкувавши виробничий процес в зворотному порядку від стадії обробки відходів;

2. повторне використання у виробничому процесі: з усієї кількості отриманих відходів відділяється сировина, яка повертається на використання у цьому ж процесі. В межах підприємства продукти, які є відходами одного виробничого процесу, відділяють і вони можуть служити сировиною для інших виробничих процесів. Поза межами підприємства з загального об'єму відходів відділяються ті, які мають певну цінність і можуть бути використані для інших галузей чи підприємств;

3. замкнений цикл – ідеальна ситуація, коли всі відходи виробництва в повному обсязі повторно використовуються в цьому ж процесі;

4. нульові викиди – ситуація, при якій у всіх відходах певного виробництва вміст шкідливих речовин нижчий від тих, які можна зареєструвати наявними засобами аналітичного контролю;

5. реєстр токсичних речовин (в США прийнятий в 1986 р.) – підприємства повинні подавати відомості про викиди та транспортування з підприємств токсичних речовин і ця інформація повинна бути доступна для громадськості;

6. засоби мінімізації шкідливих відходів обов'язково повинні передбачати постійний аналітичний контроль виробничих відходів. В ідеалі корисним є такий контроль на вході і виході кожного окремого технологічного процесу, а не загальний "контроль на виході", в якому основна увага приділяється обробці викидів підприємств, а не превентивним заходам;

7. мульти-медіа – стосується комплексного вивчення усіх потоків відходів виробництва – газоподібних, рідких та твердих;

8. перенос з одного середовища в інше: методика обробки відходів, яку часто безпідставно вважають методом попередження забруднення довкілля. Обробка часто просто приховує шкідливі викиди в певне середовище його переносом в інше.

Приклади переносу забруднення з одного середовища в інше:

1. Повітря – вода: адсорбційні технології з використанням в якості адсорбенту води, інших рідин або розчинів (газоочисники, водяні ширми).

2. Повітря – тверда фаза: збір летких органічних чи неорганічних сполук на твердих сорбентах (наприклад, активованому вугіллі), будь-який вид фільтрування.

3. Вода – повітря: усування з розчину в повітря летких органічних та неорганічних сполук термічним способом або аерацією.

4. Вода – тверда фаза: затвердіння (наприклад, антифризу), викристалізація солей або інших речовин з водних розчинів при пониженні температури або під дією осаджувача, іонний обмін;

5. Твердий стан – повітря: найбільш поширений – спалювання речовин, що містять шкідливі відходи, а також сублімація твердих речовин;

6. Твердий стан – вода: розчинення, розведення.

Факторами, які стимулюють зменшення відходів промисловими об'єктами є:

Економічні стимули до мінімізації відходів явні (прямі):

- 1) економія сировини;
2. економія води, електроенергії і т.п.;
3. вартість отриманих вторинних матеріалів;
4. економія на транспортуванні, обробці та складуванні відходів;
5. тплата за дозвіл на викид відходів.

Неявні (непрямі):

1. видатки на моніторинг, забір зразків, їх аналіз;
2. обробка, зберігання даних, їх декларування;
3. медичні дослідження, шкода здоров'ю працівників;
4. штрафи, судові справи, майнова відповідальність;
5. майнові збитки, вартість очищення об'єктів.

Додатковими стимулами до впровадження заходів по попередженню забруднення довкілля є:

1. стосунки з працівниками;
2. працівники гордяться підприємством, яке проводить відповідальну екологічну політику;

3. багато компаній мають спеціальні програми заохочення працівників, які дають пропозиції щодо зменшення кількості відходів чи зниження собівартості;

4. компанії намагаються створити імідж екологічно чистих підприємств.

8.2. Забруднення довкілля хлібопекарського виробництва та боротьба з ними

Одним із найшкідливіших відходів хлібопекарського виробництва є пил і крихта. Середній їх вихід становить 0,15 % до маси переробленої сировини – борошна. Ці відходи в основному реалізуються на корми тваринам. З мірошницького пилу, витрясок і борошняного змету, які використовуються нерационально, можна отримати кислотний декстрин.

Ще одним видом відходів хлібопекарського виробництва є забруднені органічними рештками стічні води.

Вода є сприятливим середовищем для життєдіяльності мікроорганізмів. Мікроорганізми попадають у водоймища з різними стоками з поверхні ґрунту, з повітря і т. д. Кількість мікроорганізмів у воді залежить від її походження. Більше усього мікроорганізмів в поверхневих водах; у воді з артезіанських свердловин мікроорганізмів незначна кількість, оскільки, проходячи через шари ґрунту, вони затримуються. У проточних водах кількість і склад мікроорганізмів залежать від місцезнаходження на їх берегах населених пунктів і підприємств. У непроточних водах більше усього мікроорганізмів на дні, оскільки там осідають органічні залишки рослин і тварин і створюється сприятливе поживне середовище для розвитку мікробів. Вода є дуже небезпечним джерелом поширення патогенних мікроорганізмів, особливо під час епідемій холери, черевного тифу, дизентерії і інших кишкових інфекцій.

Головним джерелом бактерійного забруднення водоймищ є стічні води населених пунктів і промислових підприємств, забруднені побутовими і виробничими відходами, а також дощові води, що відносять з повітря і з поверхні ґрунту велику кількість мікроорганізмів. Побутові і виробничі стоки

містять велику кількість мікроорганізмів і самі є хорошим середовищем для їх розвитку, тому питанню очищення стічних вод повинна приділятися пильна увага.

Питну воду і очищені стічні води можна знезаражувати шляхом хлорування газоподібним хлором, хлорним вапном або іншими хлорутримуючими з'єднаннями, озонування, опромінення ультрафіолетовими променями. У хлібопеченні і виробництві борошняних кондитерських виробів вода застосовується для технологічних цілей в процесі приготування тіста, сиропів і інших напівфабрикатів; для господарських потреб (миття сировини, обладнання і приміщень), а також для теплотехнічних цілей (для отримання пари), необхідного для зволоження повітряного середовища в шафах остаточної розстойки і пекарних камерах, для стерилізації обладнання і поживних середовищ і в інших цілях. Вода, що використовується для технологічних цілей в хлібопеченні і виробництві борошняних кондитерських виробів, повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82. Загальна кількість клітин бактерій – не більше за 100 в 1 мл, бактерій групи кишкової палички – не більше за 3 в 1 л.

На підприємствах хлібопекарської промисловості проводять заходи щодо охорони атмосферного повітря, ґрунтів, водоймищ, надр, рослинного і тваринного світу від виробничих забруднень. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря є спалення різного палива. Характер забруднення залежить від виду палива, особливостей горіння і очищення викидів. Шкідливі речовини, що знаходяться в атмосфері, сприяють виникненню у людини гострих респіраторних захворювань.

На хлібозаводах для уловлювання дрібнодисперсного борошняного, цукрового і іншого пилу застосовуються рукавні матер'яні фільтри. Запилене повітря просмоктується через тканину рукавів, звільняючись при цьому від механічних домішок, що містяться в йому. Повітря, що викидається в атмосферу не повинне містити пилу більше, ніж встановлено санітарними нормами. У боротьбі за чистоту повітря велике значення мають зелені

насадження; вони зменшують його запиленість і знижують концентрацію газоподібних речовин.

У хлібопекарській промисловості вода використовується на різні потреби. Вона входить в рецептуру продукції, використовується для миття сировини, як охолоджувач або прямує для підтримки необхідних санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях і на території підприємства, для отримання пари. Вода, що входить до складу готової продукції, повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю». Вода, використана на виробничі потреби і що вже відпрацювала, називається стічною. Склад її залежить від виду продукції, що випускається і сировини, що використовується, від технологічних особливостей виробництва і інших чинників. Стічні води діляться на дві групи: нормативно-чисті і забруднені. Нормативно-чисті стічні води містять незначну кількість забруднень і не вимагають очищення. Забруднені стічні води містять забруднення вище за норму і повинні бути очищені на спеціальних спорудах біологічного очищення.

Ґрунт в зоні розташування хлібо заводів може бути забруднений відходами виробництва, металевими банками, дерев'яними ящиками, бочками іншою тарою з-під сировини. Ці забруднення можуть привести до порушення санітарного режиму підприємства. Необхідно провести заходи, направлені на скорочення скупчень шкідливих відходів, що забруднюють ґрунт.

При виборі діляниць для будівництва харчових підприємств рекомендується використати малоприсадатні або неprisадатні для сільського господарства землі. Це дозволяє зберегти земельні ресурси. Будівництво автомобільних доріг для підприємств харчової промисловості ведуть в обхід сільськогосподарських угідь.

Для поліпшення умов праці і захисту навколишньої території від забруднень підприємства хлібопекарської промисловості відділяються від житлових кварталів санітарно-захисною зоною. Санітарно-захисні зони і території підприємств озеленюють, створюють квітники і газони

Загальні висновки

В даній дипломній роботі запропоновано здійснити модернізацію тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01. Методами моделювання руху у програмі SolidWorks було підбрано конструкцію нової місильної лопаті. Пропонована для встановлення місильна лопать дозволяє виконувати більш ефективно замішування тіста. За допомогою модуля SolidWorks Simulation виконано дослідження під навантаженням у процесі замішування тіста трьох конструктивних варіантів лопатей: з товщиною стінки 3, 4 і 5 мм відповідно.

За результатами обчислень перший варіант, коли товщина стінки 3 мм, є непридатним, оскільки розраховане напруження за фон Мізесом рівне $4,035E+04$ psi при значенні межі текучості $3,400E+04$ psi. Напруження за фон Мізесом під навантаженням у лопаті з товщиною стінки 4 мм є суттєво меншими межі текучості і складають $2,262E+04$ psi. Встановлена деформація у нижній частині лопаті під навантаженням складає 7,1 мм, що перебуває в межах допустимого, а залишкові деформації у верхній частині лопаті складають 0,66 мм. Проте коефіцієнт запасу текучості в 1,5 рази є на межі рекомендованого і може виявитись недостатнім для стабільної роботи машини. У третьому випадку, коли товщина стінки лопаті складала 5 мм, напруження за фон Мізесом складає $1,858E+04$ psi і коефіцієнт запасу текучості, відповідно, рівний 1,83. Переміщення під навантаженням нижньої частини лопаті складало 4,9 мм, а залишкові деформації лопаті у верхній частині рівні 0,48 мм. Таким чином, із трьох досліджених варіантів лише один, із товщиною стінки лопаті 5 мм доцільно застосовувати при замішуванні тіста у машині Г4-МТМ-330-01.

Термін окупності запропонованих у дипломній роботі технічних рішень складає один рік.

Також запропоновано заходи з монтажу і експлуатації тістомісильної машини марки Г4-МТМ-330-01, розробка заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

Виконані технологічні, конструктивні і техніко-економічні розрахунки показали доцільність впровадження запропонованих рішень.

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов І.О.-Тернопіль:Видавництво ТДТУ, 2000.-406 с.
2. Закалов О.В. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. / Закалов О.В., Ворошук В.Я. – Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 350 с.
3. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв / Поперечний А.М., Черевко О.І., Гаркуша В.Б., Кирпиченко Н.В.-К.:ЦУЛ,2007.-304с.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. / Павлище В.Т. та ін. – К.: Вища школа, 1993.– 556с.
4. Устройство и эксплуатация оборудования предприятий пищевой промышленности / под ред. А.И.Драгилева.– М.: Агропромиздат, 1988.– 398с.
5. Головань Ю.П.. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий / Головань Ю.П., Ильинский Н.А.– М.:Агропромиздат, 1988.– 382с.
6. Белов И. А. Моделирование турбулентных течений : Учебное пособие / И.А. Белов, С.А. Исаев. — СПб. : Балт. гос. техн. ун-т., 2001. — 108 с.
7. Петров А. Г. Аналитическая гидродинамика : Учебное пособие / А. Г. Петров. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 519 с.
8. Семёнов В. П. Основы механики жидкости : Учебное пособие / В. П. Семенов. — М. : ФЛИНТ, 2013. — 375 с.
9. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств харчової промисловості: підручник/ В.Г. Мирончук.-Віниця: Нова книга., 2007.-648с
10. Рейнер М. - Деформация и течение. Пер. с англ. под ред. Л. В. Микитина - М.: Гостоптехниздат, 1963. - 374с.
11. Лісовенко О. Г. - Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв.- Київ: Наукова думка, 2006. - 281с.
12. Шевчук Я.М. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090221

“Обладнання харчових та переробних виробництв” / Шевчук Я.М., Галушак М.П.– Тернопіль, 2001 – 28с.

13. Никитин В.С. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности / Никитин В.С., Бурашников Ю.М. — М.: Агропромиздат, 1991.— 349с.

14. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. — 2-ге вид., перероб. Затверджено МОН / Стеблюк М.І. — К., 2010. — 487 с.

15. Васійчук В.О. Основи цивільного захисту. Навч. посібник / В.О. Васійчук, В.Є Гончарук, С.І. Качан, С.М. Мохняк. - Львів: Видавництво НУ "ЛП", 2010. - 417с.

Додатки
Додаток А

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 664.653

Т.В. Білик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЗАМІШУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТІСТА

T.V. Bilyk

FEATURES OF MIXING OF DIFFERENT DOUGH TYPES

Процес тістоутворення має основне значення, оскільки він передує цілому ряду наступних операцій (формування, вистоювання, випічка тощо), специфічних при отриманні готових виробів.

Структура випечених виробів закладається і формується головним чином на стадії тістоутворення. Досягається при цьому однорідність структури тіста, ступінь її структурованості і, отже, якість тіста і готових виробів залежать від якості системи, отриманої в процесі утворення структури тіста.

Для вироблення борошняних кондитерських виробів в кондитерському і хлібопекарському виробництві застосовується тісто різних видів.

Кожен вид тіста готується за своєю технологією, що забезпечує отримання готового виробу з заданими властивостями.

За характером структури тісто різних видів борошняних кондитерських виробів можна розділити на три основні системи: пружнопластично-в'язкі системи (дріжджове, затяжне, галетне, кекерне тісто); пластично-в'язкі системи (цукрове, пісочне тісто); слабоструктуровані системи (вафельне, бісквітне тісто).

Перша обов'язкова мета операції замісу тіста - утворення однорідної у всій масі системи, що складається з борошна, води, цукру, жиру та інших компонентів.

Головне в процесі тістоутворення - формування необхідної структури тіста і отримання системи з заданими властивостями.

Виділяють лише дві основні групи - дріжджове (кисле) і бездріжджове (прісне). Ці дві групи тіста відрізняються рецептурою і технологією замісу.

Дріжджове тісто. Виготовляють шляхом додавання дріжджів, які допомагають тісту збільшитися в об'ємі. В процесі бродіння тісто наповнюється бульбашками повітря і газу (іноді дріжджове тісто називають кислим).

Прісне (бездріжджове) тісто. Готується без дріжджів, тому не потрібно витрачати час на те, щоб тісто підійшло. Хоча, в ідеалі, краще трохи почекати і лише потім розгортати його і готувати.

Листкове тісто. У його склад входить рослинна олія, також ключова особливість - це метод його розкатування. Після того, як тісто замісили, його дуже тонко розкатують (до 1 - 3 мм), далі тісто складають навпіл і знову розгортають. Цю процедуру повторюють неодноразово.

Пісочне тісто. У нього додають велику кількість вершкового масла або маргарину, всі інгредієнти повинні бути охолодженими, щоб не постраждала якість тіста. Чим більше жиру і цукру, тим тісто буде більш розсипчастим. Тісто мнуть, злегка охолоджують і розгортають. Таке тісто добре підходить для приготування пиріжків, кексу і печива. Бісквітне тісто. Особливість бісквітного тіста - це збиті білки і розтерті з цукром жовтки, які акуратно змішують з борошном. Млинцеве тісто. Це рідке тісто годиться для приготування млинців і оладок. Після змішування всіх інгредієнтів тісто має почекати пару хвилин.

8.	Г.Й. Островська, Ю. А. Будна, В.-Х. В. Олексій НАНОТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	84
9.	М.В. Поцелуйко, 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. Ніщун ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ МАКАРОННИХ ПРЕСІВ	96
19.	О.Р. Кордуба ОСОБЛИВОЇ 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