

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 з
дослідженням впливу конструктивних параметрів вальцевої пари
на якість і продуктивність процесу

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи МОНм-61
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Коваль С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Вітенько Т. М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Ворощук В.Я
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Вітенько Т.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

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

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

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри обладнання харчових технологій

_____ д.т.н., проф. Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ » 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____ *магістр*
(Назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____ *133 Галузеве машинобудування*
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ *Ковалю Сергію Олександровичу*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

1. Тема роботи _____ *Модернізація машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 з дослідженням впливу конструктивних параметрів вальцьової пари на якість і продуктивність процесу*

Керівник роботи _____ *Вітенько Тетяна Миколаївна*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від _____ *25.03.2022 року № 4/7-184*

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____ *16 травня 2022р.*

3. Вихідні дані до роботи _____ *Паспорт машини для розкачування тіста МНРТ-130/600*

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) _____ *Вступ. 1. Аналіз сучасної технології виробництва листового печива та обладнання для розкачування тіста. 2. Методи та методика досліджень. 3. Проектно-технологічні й технічні рішення по конструкції машини для розкачування тіста МНРТ-130/600. 4. Теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються, та визначення потужності при розкачуванні тіста. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) _____ *Машина для розкачування тіста марки МНРТ-130/600. Вигляд загальний. 2Ф.А1. Вузол приводу розкочувальних валків машини для розкачування тіста марки МНРТ-130/600. Складальне креслення. Ф.А1. Плакати (слайди): Реологічні властивості листового тіста теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються. Теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються. Результати дослідження розкатування тіста між валками, що обертаються*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кравець О.І., доц. каф ОХ,		
Нормоконтроль	Ворошук В.А, доц. каф.ОХ		

7. Дата видачі завдання 25.03.2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	<i>Вступ.</i>	15.03.2022	
1.	<i>Аналіз сучасної технології виробництва листкового печива та обладнання для розкачування тіста</i>		
2.	<i>Методи та методика досліджень.</i>	10.4.2022	
3.	<i>Проектно-технологічні й технічні рішення по конструкції машини для розкачування тіста МНРТ-130/600.</i>	15.04.2022	
4	<i>Теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються, та визначення потужності при розкачуванні тіста</i>	05.05.2022	
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.</i>	10.05.2022	
	<i>Висновки. Перелік посилань</i>	15.05.2022	
	Графічна частина		
1.	<i>Машина для розкачування тіста марки МНРТ-130/600. Вигляд загальний. 2Ф.А1.</i>	25.03.2022	
2.	<i>Вузол приводу розкочувальних валків машини для розкачування тіста марки МНРТ-130/600. Складальне креслення. Ф.А1.</i>	10.05.2022	
4	<i>Плакати (слайди) 5Ф.А1:</i>	10.05.2022	
	<i>1. Реологічні властивості листкового тіста теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються.</i>	10.05.2022	
	<i>2. Теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються.</i>		
	<i>3. Результати дослідження розкатування тіста між валками, що обертаються</i>		

Студент

_____ (підпис)

Коваль С.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Вітенько Т. М..

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Коваль С. О. Модернізація машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 з дослідженням впливу конструктивних параметрів вальцьової пари на якість і продуктивність процесу. 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2022.

В кваліфікаційній роботі досліджено вплив конструктивних параметрів вузла розкачування на процес розкачування тіста та запропоновано заходи з модернізації машини для розкачування тіста МНРТ-130/600

Ключові слова: листкове тісто, процес розкачування тіста.

Koval S. O. The paste roller МНРТ-130/600 retrofit including the studis influenc of rolls structural features impact on product quality and machine performance. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University. - Ternopil, 2022.

The influenc of rolls structural features impacton product quality and machine performance was researched and modernization actions of the machine for rolling dough МНРТ-130/600 are suggested in this thesis.

Key words: puff pastry, process of rolling dough.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИСТКОВОГО ПЕЧИВА ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗКАТУВАННЯ ТІСТА	8
1.1. Особливості технології виготовлення листкового печива.....	8
1.2. Аналіз конструкцій сучасних машин для розкачування та шарування тіста.....	10
1.3. Опис технологічної операції розкачування тіста на машині МНРТ-130/600.....	18
1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи	20
2. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
2.1. Обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень	21
2.2. Алгоритм і методики проведення досліджень	22
2.3. Методи аналізу похибок досліджень.	23
3. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ Й ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ МНРТ-130/600	24
3.1. Будова і принцип роботи машини для розкачування тіста МНРТ-130/600.....	24
3.2. Розрахунок продуктивності машини для розкачування тіста марки МНРТ-130/600	32
3.3. Структурний аналіз конструкції вузла приводу розкатувальних валків машини для розкачування тіста МНРТ-130/600	34
3.4. Розробка кінематичної схеми вузла приводу розкатувальних валків машини для розкачування тіста МНРТ-130/600	35

3.5. Розрахунок клинопасових передач модернізованої конструкції вузла приводу конвеєрів машини для розкачування тіста МНРТ-130/600	41
3.6. Розрахунок ланцюгової передачі від розкочувального валка до привідного вала конвеєрів машини для розкачування тіста МНРТ-130/600	49
4. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ ТІСТА В ЗАЗОРІ МІЖ ВАЛКАМИ, ЩО ОБЕРТАЮТЬСЯ, ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ПРИ РОЗКАТУВАННІ ТІСТА	55
4.1. Реологічні властивості листкового тіста, як неньютонівської рідини	55
4.2. Дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються.	57
4.3. Аналіз отриманих результатів та рекомендації по їх використанню ..	63
4.3.1. Аналіз впливу реологічних характеристик продукту та технологічних факторів на розкочування тіста між валками, що обертаються.	63
4.3.2. Аналіз впливу конструктивних особливостей та механічних характеристик вальцевої пари на розкочування тіста	64
4.3.3. Рекомендації по використанню отриманих результатів	68
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69
5.1. Охорона праці	69
5.2. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	72
5.2.2. Заходи знезараження споруд, техніки, предметів та спеціальна обробка людей	74
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	79
Додатки	
Специфікації	

ВСТУП

В Україні хлібобулочні вироби завжди відносилися до основних продуктів харчування. Сьогодні вони також користуються неабияким попитом, тому постійно розширюється їх асортимент. Популярними сьогодні є хлібобулочні вироби та різне печиво з натуральними добавкам. Розширення асортименту продукції тягне за собою необхідність адаптування існуючого технологічного обладнання під новий асортимент виробів або розробку і впровадження нового. Тому розробка заходів з модернізації тістообробного обладнання сьогодні є актуальним завданням.

Мета кваліфікаційної роботи: Розроблення заходів з модернізації машини для розкатування тіста МНРТ-130/600 для покращення якості його обробки, встановлення залежності енерговитрат при розкачуванні тіста від конструктивних параметрів валкової пари, впливу технологічних факторів та властивостей продукту на його якість та продуктивність машини.

Об'єкт дослідження: машина для розкачування тіста МНРТ-130/600.

Предмет дослідження: процес розкачування листового тіста між валками, що обертаються.

Методи дослідження: теоретичний, емпірико-теоретичний, математичного моделювання, графічний.

Наукова новизна: встановлено залежність механічної обробки тіста від конструктивних параметрів валкової пари, від реологічних властивостей та складу оброблюваного продукту.

Практична цінність: залежності питомого тиску, розпірного зусилля і корисної потужності можна використати при аналізі аналогічного обладнання, прогнозування та зменшення енергоспоживання.

Кваліфікаційна робота складається з текстової частини, що представлена на 80 аркушах формату А4, таблиць __, рисунків __.

Графічна частина представлена на 8 аркушах формату А1

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИСТКОВОГО ПЕЧИВА ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗКАТУВАННЯ ТІСТА

1.1. Особливості технології виготовлення листкового печива

Технологічна схема виробництва листкового печива представлена на рис. 1.1.

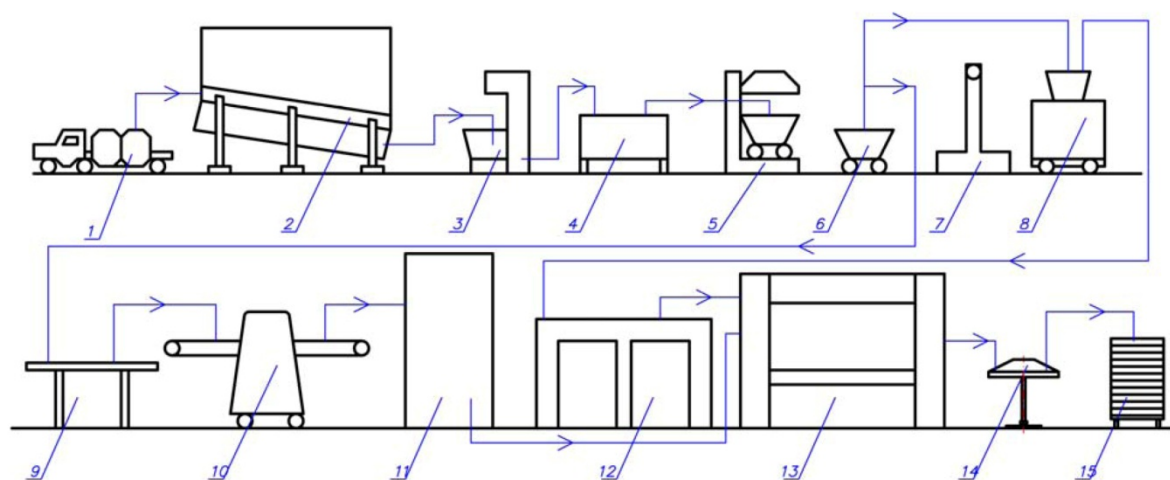


Рисунок 1.1.- Технологічна схема виробництва листкового печива: 1 - автоборошновоз; 2 – бункер безтарного зберігання борошна; 3 – просіювач; 4 – виробничий бункер борошна; 5 - тістомісильна машина; 6 – діжа для доброджування тіста; 7 – діжеперекидач; 8 – тістоділильна машина; 9 – розділювальний стіл; 10 – машина для розкачування тіста; 11 – холодильник; 12 – шафа для бродіння і розстоювання тіста 13 – піч; 14 – циркуляційний стіл; 15 - контейнер

Головним напрямком механізації заводських складів є використання безтарного транспортування і зберігання борошна і допоміжної сировини, що дозволяє механізувати завантажувально - розвантажувальні роботи, одержати значну економію на тарі й зменшити втрату сировини.

При організації безтарного зберігання борошна його привезення на підприємство здійснюється в автоборошновозах 1 К1040-Е місткістю 14-15

м³, що приймають 7 – 8 тон борошна. Для пневматичною розвантаження борошна автоборошновози обладнанні повітряним компресором і пристроєм для приєднання до борошнопроводів. Автоборошновоз зважується на автомобільних вагах, встановлених на хлібозаводах і подається на розвантаження. Борошно завантажується в бункер безтарного зберігання борошна 2 для зберігання. Борошно подається на переробку за допомогою розвантажувального пристрою, що розміщений в нижній частині бункера, і подається в просіювач 3. В просіювачі 3 борошно проходить контрольне просіювання і очистку від феродомішок. Облік виділеного на основне виробництво борошна ведеться за допомогою автоматичної вати. В потоковій лінії для створення оперативного запису борошна встановлюються виробничий бункер 4.

Підготовлене борошно, а також рідкі інгредієнти: вода соляний розчин і (якщо передбачено рецептурою) розчин цукру і жиру, подаються на заміс в тістомісильну машину 5. Замішане протягом 10 хв. тісто залишається в діжі 6 для доброджування. Доброджування проводиться в електрошафі для бродіння і розстоювання тіста 12. Готове тісто діжеперекидачем 7 подається на розділення в тістоділильну машину 8. Додаткове формування хлібобулочних виробів здійснюється на розділювальному столі 9. Сформовані хлібобулочні вироби подаються в шафу 12 для розстоювання, після чого випікаються в печі 13.

Для отримання шаруватого печива поділ тіста на заготовки масою 10 кг здійснюється вручну на розділювальному столі 9, після чого його розкочують на машині для розкочування тіста 10 і охолоджують згідно з рецептурою у холодильнику 11. З охолодженого тіста формують вироби і подають в піч 13 на випікання.

Готові вироби направляються в експедицію, де відбувається охолодження - орієнтація на циркуляційному столі 14 і складання на лотки. Після вкладання хліба на лотки, а лотків в контейнери 15 здійснюється

комплектування завантажених контейнерів у відповідності із замовленнями організацій.

1.2. Аналіз конструкцій сучасних машин для розкачування та шарування тіста

Тістові заготовки для борошняних кондитерських виробів формують поділом тіста на частини різанням, штампуванням або відсадженням. Для одержання заготовок визначеної конфігурації різанням і штампуванням необхідно шматок тіста перетворити в стрічку необхідної товщини, що досягається прокаткою. До устаткування, що застосовується для формування тістових заготовок, відносяться машини для прокатки і шарування тіста, штампувально-ріжучі агрегати, ротаційні й відсадочні машини.

Устаткування для прокатки і шарування теста.

Затяжне тісто після замісу піддають багаторазовій прокатці, у результаті чого, безформні шматки тіста перетворюються в тістову стрічку. Цю операцію зазвичай виконують на двохвалковій машині. Здійснивши прокатування тіста, його піддають вилежуванню на столах (при порційній прокатці) чи конвеєрах, що повільно рухаються, (при беззупинній прокатці). Для одержання виробів з жировим чи іншим прошарком застосовують тістовальцюючі машини — ламінатори і дуо-машини.

Тістопрокатна машина. Машина (рис. 1.2.) оснащена двома горизонтальними циліндричними валками 1 і 3, що розташовані один над одним. Валки обертаються, захоплюють шматки тіста, обтискають їх і видають у виді стрічки тіста з товщиною приблизно рівною зазору між валками. Обертання нижнього валка 1 здійснюється в підшипниках, які, нерухомо закріплені на станині машини, обертання верхнього валка 3 — у підшипниках, що можуть рухатися у вертикальних направляючих станини за допомогою спеціального штурвала 5 з механізмом переміщення 4. Зміною

висоти верхнього валка регулюється зазор між валками і товщина тістової стрічки. З двох сторін розкочувальних валків, розташовані столи зі стрічковими транспортерами 2, один із яких служить для подачі тіста у валки, а інший для його приймання.

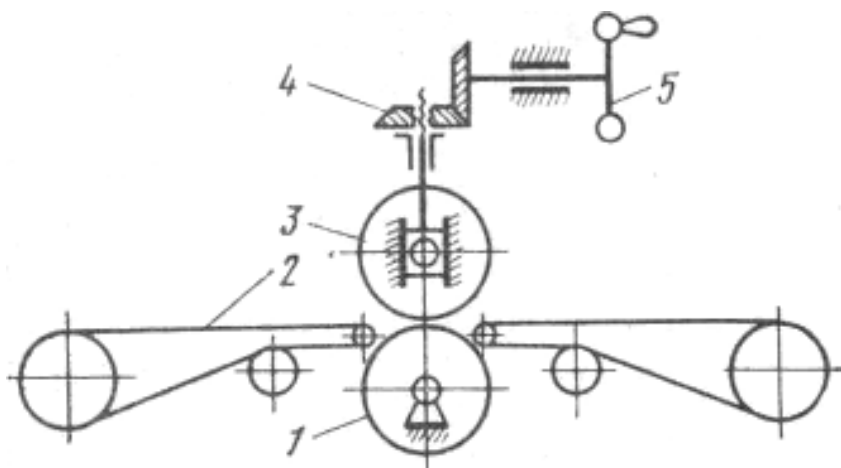


Рисунок 1.2. – Схема тістопрокатної машини

Машина обладнана реверсивним приводом, що дозволяє змінювати напрям руху робочих органів машини. При обробленні тіста, його шматок (вага 20—30 кг) укладають на один з транспортерів, наприклад на лівий. Він подає тісто в зазор між валками, а правий транспортер приймає прокатане тісто. Отриману товсту тістову стрічку складають у декілька шарів, повертають на транспортері на кут 90°, опускають верхній валок для зменшення зазору між валками, і включають машині зворотний (реверсивний) хід. У цьому випадку правий транспортер подає тісто до валків, а лівий приймає прокачану тістову стрічку. Ця операція повторюється декілька разів з поступовим зменшенням зазору, а відповідно і товщини тестової стрічки. Результатом такої обробки є тонка стрічка з шаруватою структурою.

Машина обладнана захисними ґратами, що обгороджують валки і заблоковані з електродвигуном, — при підйомі ґрат машина зупиняються.

Тестовальцюча машина — ламінатор. Дозволяє безупинно прокочувати стрічку тесту з жировим прошарком чи без нього.

Тестовальцююча машина — ламинатор (рис. 1.3.а) оснащена декількома парами гладких чи рифлених валків, системою транспортерів, які змонтовані на загальній станині, обладнаній регульовальними пристроями і контрольно-вимірвальними приладами. Машина працює в такий спосіб. Тісто надходить у прийомні воронки 8 і 11. В одну з яких можна подавати обрізки стрічки тіста після штампування з нього виробів. Внизу воронок розташовані рифлені чи гладкі валки 7 і 12, що здійснюють попереднє вальцювання двох стрічок тіста, яке надходять на горизонтальні конвеєри 6 і 13. У прийомну воронку 9 надходить жирова чи інша передбачена рецептурою суміш, дозування якої здійснюється рифленим валком 10 безпосередньо на стрічку тіста, що поступає з-під валків 12. Вона покривається зверху стрічкою тіста, що поступає з-під валків 7. Тобто на вальцювання в зазор між валками поступає стрічка тіста вже прошарована жиром.

Після першого вальцювання стрічка надходить на конвеєр 4, призначений для вилежування тіста. Операції вальцювання і вилежування в даному ламинаторі виконують тричі. Після того проводиться операція багаторазового шарування. Правий барабан конвеєра 15 і лівий барабан конвеєра 14 рухаються зворотно-поступально унаслідок чого стрічка тіста укладається шарами на конвеєр 1, розташований під прямим кутом до конвеєрів 14 і 15. Отримана в ламинаторі багат шарова стрічка тіста, надходить на конвеєр 16, а потім на вальцеві машини штампувально-ріжучого агрегату. Ламинатор обладнаний пультом керування 3, призначений для включення і зупинки машини, регулювання частоту обертання валків, швидкості конвеєрів. Машина працює від двигунів постійного струму. Зазор між валками регулюється вручну - обертанням штурвалів 2, з покажчиками величини зазору. На рис. 1.3.б представлена схема руху тіста в ламинаторі.

Тістопрокатна дуо-машина. Установлюється на підприємствах малої потужності і призначена для одержання шаруватого тісту при виготовленні шаруватих тортів, тістечок, булочок. Дуо-машини застосовуються для багаторазового впливу на попередньо прошаровану стрічку тіста.

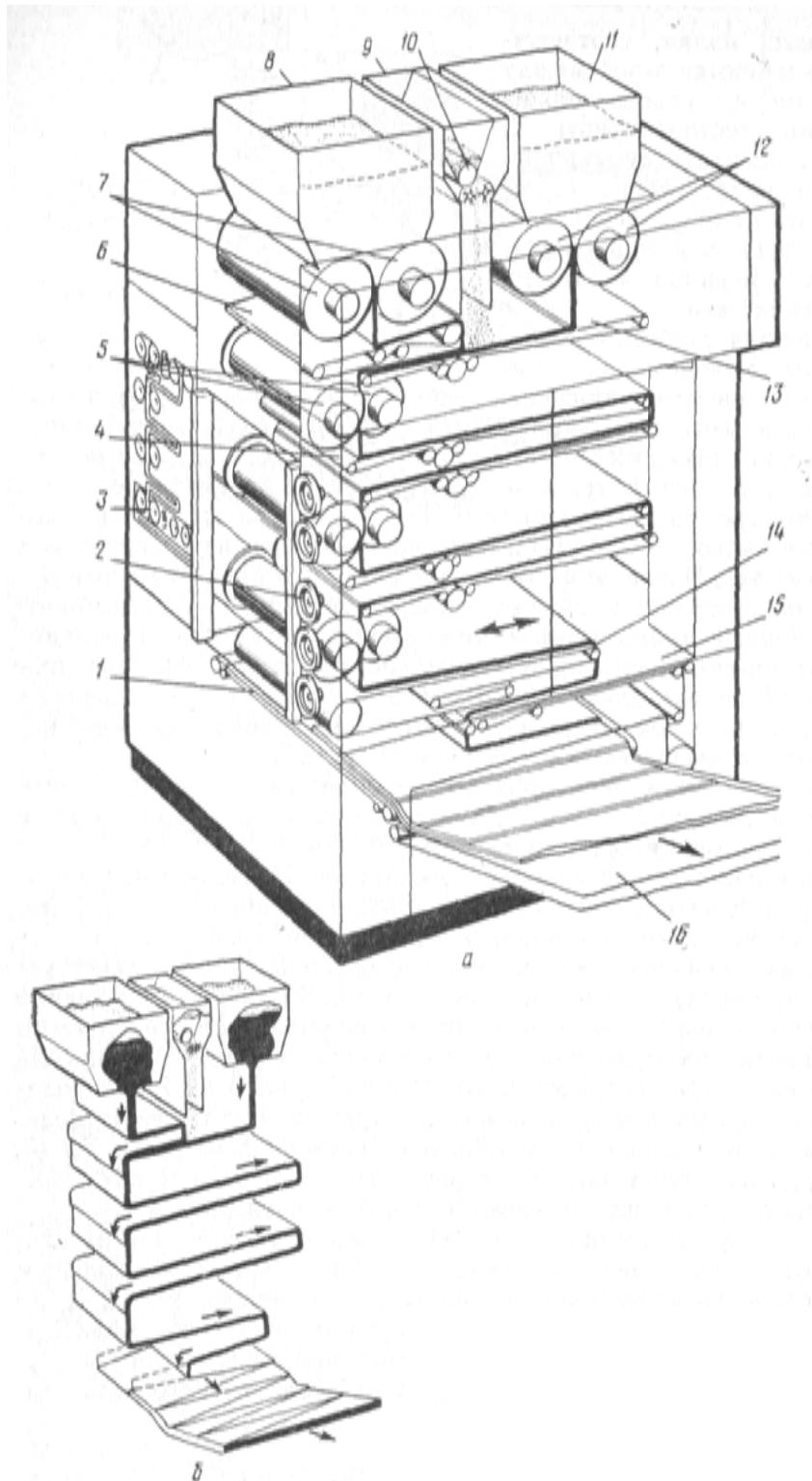


Рисунок 1.3. – Тістовальцуюча машина-ламінатор:
 а- загальний вигляд; б – схема прокатки та шарування тіста

Машина (рис. 1.4) складається з подаючого і відвідного конвеєрів, передатного барабана і ротора з укріпленими на ньому тістопркатними валками.

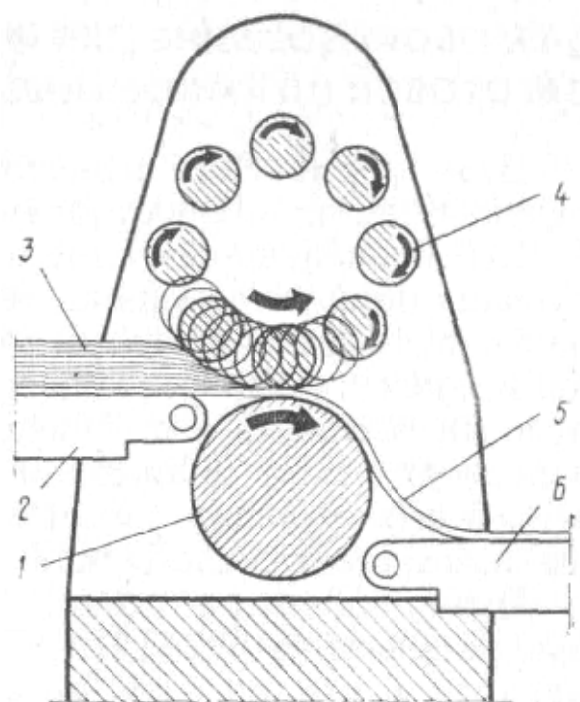


Рисунок 1.4. – Тістопркатна дуо-машина

Багатошарова стрічка тіста 3 конвеєром 2 подається на барабан 1. Над барабаном розташований ротор з укріпленими на ньому вісьма тістопркатними валками 4, що обертаються. Вони утворюють необхідний зазор над барабаном 1. Багатошарова стрічка тіста 3, що прокочується, утягується, прокатна стрічка 5 відводиться з машини конвеєром 6. Завдяки плавному обтисненню стрічки тіста 3 валками 4 досягається високий ефект прокатки.

Машина для розкочування тіста МРТ-60М. Машина МРТ-60М призначена для розкочування тіста в стрічку визначеної товщини.

Конструкція і робота. Машина (рис. 1.5) складається зі станини 18, редуктора 19, двох пар металевих валків 10 і 11 для розкочування тіста 3 механізмом зміни відстані між ними, транспортера 7, на якому шарами укладається розкатане тісто, і підсипача борошна 22.

У зварній станині 18 змонтований привод з електродвигуна 1 і редуктора 19, з'єднаних між собою муфтою 20 і встановлених на загальній зварній рамі. Рух від редуктора 19 до барабанів транспортера 7, а також робочим валкам передається одним замкнутим ланцюгом 16. На станині 18 машини знаходяться дві стійки 13 і 21, у яких установлений нижній валок 10. Другий валок 11 розташований на важелі 12.

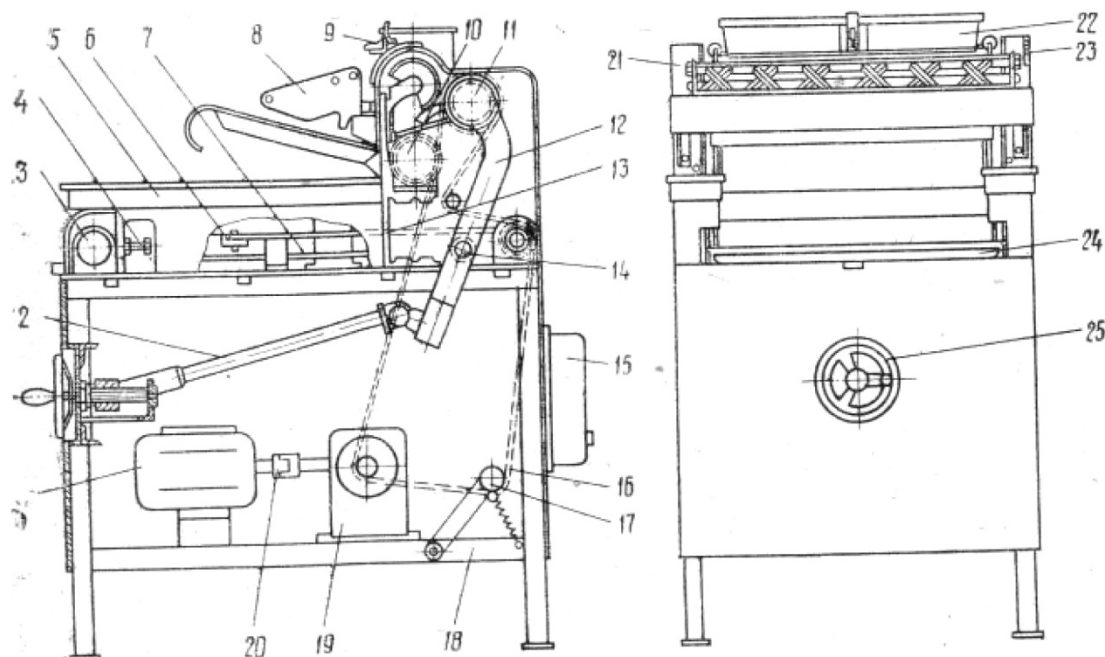


Рисунок 1.5. - Машина МРТ-60М для розкатування тіста:

1 – електродвигун; 2 – тяга; 3 – натяжний барабан; 4 – регулювальний болт; 5 – направляюча; 6 – кнопкова станція; 7 – стрічковий транспортер; 8 – огороження; 9 – фіксатор; 10 – валок розкочувальний нижній; 11 – валок розкочувальний верхній; 12 – важіль ролика; 13, 21 – стойки; 14 – вісь; 15 – пульт керування; 16 – ланцюг; 17 – натяжний ролик; 18 – станина; 19 – редуктор; 20 – муфта; 22 – підсипач борошна; 23 – шкала; 24 – лист; 25 –

маховик

Між верхнім і нижнім валками розкочується тісто товщиною в межах від 1 до 50 мм.

Відстань між валками 10 і 11 регулюється механізмом регулювання за допомогою маховика 25 і тяги 2, важеля 12. Механізм регулювання обладнаний покажчиком 23 зі шкалою для встановлення валків на необхідну товщину розкочування. Над валками знаходиться знімний підсипач борошна 22, із сита якого борошно попадає на тісто й охороняє його від прилипання до валків. Для вимикання підсипач борошна 22 передбачений фіксатор 9.

Барабани транспортера 7 з'єднані ролико-втулковим ланцюгом, до якого кріпиться транспортерна стрічка за допомогою п'яти лапок з кожної сторони з кроком 370 мм, що запобігає сповзанню транспортерної стрічки з барабанів. Під транспортером 7 установлений лист 24 для збору відходів борошна. На бічній стінці машини розташована кнопкова станція 6. Для запобігання попадання рук між валками 10 і 11 під час роботи передбачене відкидне огороження 8, яке заблоковане з приводом.

При роботі машини від електродвигуна 1 рух за допомогою муфти 20 передається редуктору 19, а від нього за допомогою ланцюга 16 обертаються розкочувальні валки 10 і 11 і привідний барабан транспортера 7. Порцію тіста масою не більш 10 кг укладають між валками 10 і 11 таким чином, щоб тісто рівномірно проходило по всій довжині валків. Валки 10 і 11, які обертаються рифленими поверхнями захоплюють тісто, розкочують його і подають на нижній транспортер 7, що повертає тісто до переднього краю машини. Для наступного розкочування тісто знову пропускається між валками до потрібної товщини. Для регулювання натягу транспортерної стрічки передбачені регулювальні болти 4.

Під час роботи машини необхідно періодично стежити, за станом поверхонь робочих органів: валків, транспортерної стрічки; при необхідності зупиняють машину й очищають їх. Контролюють таким чином, щоб шматок тіста, що розкочується, надходив рівномірно по всій ширині валків.

Технічна характеристика машини для розкатування тіста МРТ-60М

Продуктивність машини, кг/год	не менш 60
Товщина шару тіста, що розкочується, мм	від 1 до 50
Маса порції тіста, кг	до 10
Тип електродвигуна	АОЛ2-11-4
Потужність електродвигуна, кВт	0,6
Частота обертання електродвигуна, с ⁻¹	22,5
Лінійна швидкість руху транспортера і валків, м/с	0,103
Габарити, мм:	
ширина	740
довжина	1050
висота	1200
Маса, кг	200

1.3. Опис технологічної операції розкачування тіста на машині МНРТ-130/600

Машина МНРТ-130/600 призначена для механізації процесів розкочування різних видів тіста кондитерських і кулінарних виробів як на підприємствах по виробництву хлібобулочних виробів, так і у кондитерських і кулінарних цехах підприємств суспільного харчування.

Машина МНРТ-130/600 зазвичай використовується в технологічних лініях виробництва листкового печива, і як правило далеко не на повну потужність, що пояснюється широким асортиментом виробів великих підприємств. Її також можна використовувати для виробництва різних дрібноштучних виробів та заготовок для піци, які сьогодні користуються великим попитом у населення, Цим самим розширивши асортимент продукції підприємства.

Розкачування тіста на машині МНРТ-130/600 відбувається шляхом багатократного пропускання тістової заготовки між розкочувальними валками. При цьому можна отримувати тістову стрічку заданої товщини або виготовляти шарувате тісто.

На будь-який з конвеєрів кладеться порція тіста і розкатується між валками. Зміна товщини тіста за один прохід в залежності від зазору між валками повинна бути в межах:

- не більше 20 мм при зазорі від 70 до 30 мм;
- не більше 10 мм при зазорі від 30 до 10 мм;
- не більше 2 мм при зазорі від 10 до 6 мм;
- не більше 1 мм при зазорі від 6 і менше мм.

Розкатану тістову стрічку змащують маслом вершковим або маргарином, складують вчетверо на конвеєрній стрічці машини і знову розкачують її між валками, дотримуючись наведених вище вимог. Операцію

розкочування та складання повторюють 4 рази. Після 4-го складування утворюється 256 шарів шаруватого тіста.

При розкочуванні, в міру необхідності, поверхню шару тіста та конвеєрні стрічки потрібно підсипати борошном.

Розкатане на тонкі шари тісто (3.. .4 мм) намотують на скалки та охолоджують згідно технології приготування тіста.

1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета кваліфікаційної роботи: Розроблення заходів з модернізації машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 для покращення якості його обробки, встановлення залежності енерговитрат при розкачуванні тіста від конструктивних параметрів валкової пари, впливу технологічних факторів та властивостей продукту на його механічну обробку.

Завдання роботи: провести аналіз особливостей технології виробництва листового печива; провести аналіз існуючого обладнання для розкачування та шарування тіста; провести аналіз будови і принципу роботи машини для розкачування тіста МНРТ-130/600; провести розрахунок продуктивності машини для розкачування тіста МНРТ-130/600; провести структурний та кінематичний аналіз конструкції вузла приводу конвеєрів машини для розкачування тіста МНРТ-130/600; провести проектні та перевірочні розрахунки елементів вузла приводу валків машини для розкачування тіста; дослідити реологічні властивості листового тіста, як неньютонівської рідини; провести теоретичне дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються, та визначення потужності при розкатуванні тіста; проаналізувати отримані результати та розробити рекомендації по їх використанню.

2. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень

Розв'язок будь-якого завдання починається з аналізу інформації та даних, які ми маємо. В першу чергу ми проводимо аналіз завдання з метою оцінки чи наявна інформація достатньо повно висвітлює поставлене завдання і чи достатньо її для роботи. Для уникнення однобічного погляду також проводимо пошук даних у різних джерелах, а саме спеціальна література за тематикою дослідження, сучасні періодичні видання в шуканій галузі, мережа Інтернет тощо. Використання мережі Інтернет надає доступ до інформації з усього світу і дозволяє зорієнтуватися в сучасних напрямках досліджень в різних галузях науки та тенденціях розвитку технологій, обладнання, методів дослідження. Це можна зробити за допомогою сучасних веб-переглядачів, вибір яких сьогодні досить широкий. Найбільш широко використовувані на сьогодні: Opera, Google Chrome, Safari, Edge, Mozilla Firefox.

Опрацювавши знайдену інформацію, визначаємося з напрямками, методами, цілями вирішення поставленого перед нами завдання.

При підборі методів і методик досліджень перевагу надаємо широко стандартним, оскільки нові методи і методики можуть бути недостатньо впроваджені і в нашому конкретному варіанті дати велику похибку або не підійти взагалі. відомим

2.2. Алгоритм і методики проведення досліджень

Для вирішення завдань кваліфікаційної роботи необхідно було провести теоретичне дослідження впливу різних факторів на процес розкачування тіста в тісторозкачувальній машині. В першу чергу було використано аналітичний метод, тобто розглянуто аналітично течію тіста як ньютонівської рідини при його переміщенні між валками машини, проведено математичний опис даного процесу з включенням в модель необхідних нам параметрів. Потім використавши експериментальні дослідження з літературних джерел була проведена їх математична обробка за допомогою програми Excel з метою встановлення емпіричних залежностей, які далі було використано для отримання результатів для процесу розкачування в нашій машині. Програма Excel дозволяє проводити достатньо широкі математичні дії з даними, які доцільно представляти у виді таблиць і візуалізувати у виді графіків. Вона надає можливість різних методів обробки даних. До того ж в ній завжди можна оцінити похибку використаного виду обробки.

Інженерні розрахунки проводились з використанням програмного продукту Mathcad, який також надає широкі можливості опрацювання і представлення даних.

Оформлення тексту пояснювальної записки проводилось за допомогою редактору текстів Microsoft Word та програм для роботи з зображення Adobe Reader і Photoshop. AutoCAD було використано для роботи з кресленнями, схеми та зображеннями.

2.3. Методи аналізу похибок досліджень.

Отримані результати дослідження як експериментальні, так і теоретичні зазвичай мають певні похибки. Виключення може становити лише аналітичний метод досліджень і то при описі простих давно вивчених явищ. Похибки, що виникають при проведенні експерименту залежать від цілого ряду явищ. Наприклад, це точність використовуваного обладнання, точність вимірювальної температури, рівень знань і кваліфікація дослідника і навіть самопочуття і настрої під час проведення експериментів. Тому при обробці даних інших дослідників слід пам'ятати що в них вже є певна похибка. При обробці даних також додаються похибки методів обробки, програм, що ми використовуємо та інші. похибки при проведенні досліджень можуть як накладатись так і взаємно нівелюватись. Головним є те, що отримані результати повинні відповідати реальним даним з певною сумарною похибкою, що не перевищує значення загальноприйняте в даній галузі. При використанні комп'ютерних методів обробки зручним є те, що зразу можна оцінити точність використовуваного методу і вибрати такий де є найменша похибка.

Отримання емпіричних залежностей з використанням Microsoft Excel проводилось з достовірністю апроксимації не меншою 0,92.

3. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ Й ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ МНРТ-130/600

3.1. Будова і принцип роботи машини для розкочування тіста МНРТ- 130/600

Машина МНРТ-130/600 призначена для механізації процесів розкочування різних видів тіста кондитерських і кулінарних виробів у кондитерських і кулінарних цехах підприємств суспільного харчування.

Загальний вигляд машини для розкачування тіста МНРТ-130/600, її поперечний розріз та вигляд зі знятою передньою кришкою, привід машини та кінематична схема показані на рис. 3.1 – рис. 3.4, відповідно.

Машина складається з наступних основних складових частин: каркасу 1 (рис. 3.1), конвеєрів – лівого 13 і правого 15 (рис. 3.1), розкочувальних валків – нижнього 1 і верхнього 3 (рис.3. 2а), приводу нижнього розкочувального валка 1, 2, 3, 4, 5, 10 (рис. 3.3), приводу верхнього розкочувального валка 6, 9, 12, 13 (рис. 3.3), привода конвеєрів 7 (рис. 3.2б), механізму регулювання зазору між валками 4, 5, 7, 8, 9 (рис. 3.1), 1, 3, 4, 5, 9 (рис. 3. 2б), 7, 11, 14, 15, 16 (рис.3. 3), керування машиною — ніжного 24 (рис.3. 1) і ручного 2, 6, 10 (рис. 3.2б), скребків для верхнього 4, 5, і нижнього 9, 10 розкочувальних валків (рис. 3.3а), огорожувальних решіток 6 (рис. 3.2а), електроустаткування.

В внутрішній порожнині машини розташовані: привід нижнього розкочувального валка, привід верхнього розкочувального валка, привід конвеєрів, важелі і пружини механізму регулювання зазору між валками, ручне керування машиною, електроустаткування..

Важелі і педалі керування машиною знаходяться на передній боковині каркасу 1 (рис. 3.1). Напрямок руху машиною здійснюється за допомогою педалей 24 (ніжне керування) або рукояткою 6 (ручне керування) (рис. 3.1).

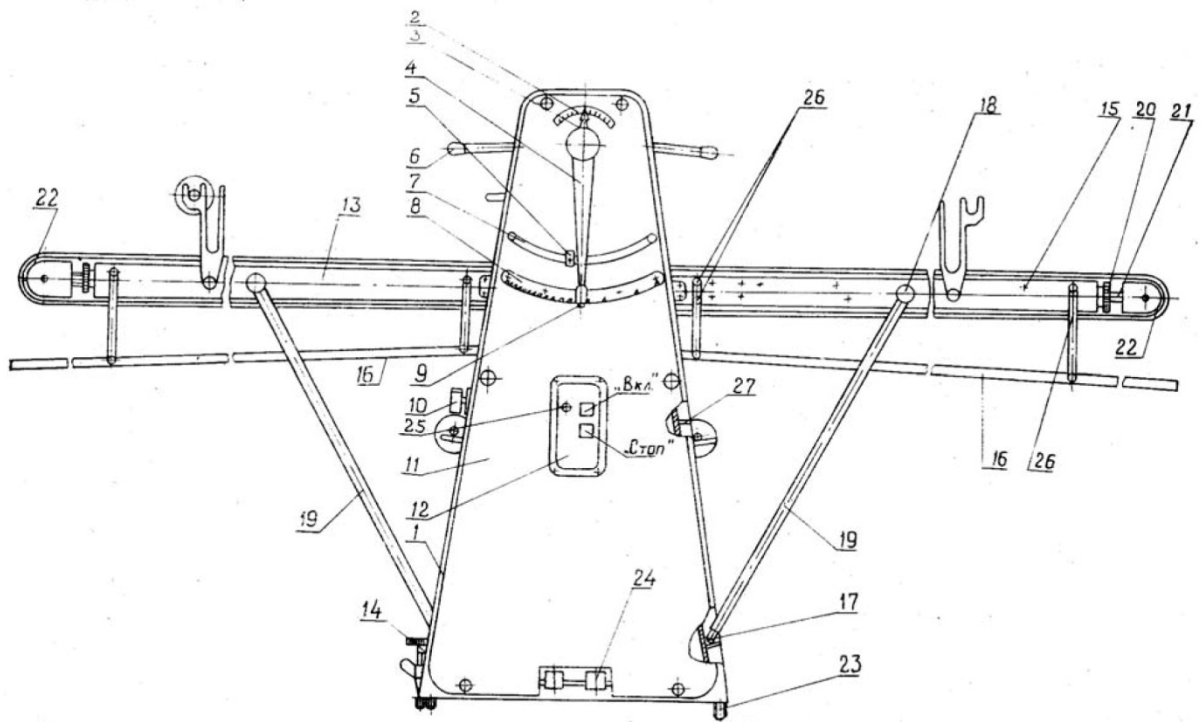


Рисунок 3.1 – Вигляд машини для розкачування тіста МНРТ-130/600
спереду:

1 – каркас; 2 – лімб; 3 – рукоятка; 4 – ручка; 5 – фіксатор; 6 – рукоятка керування; 7 – сектор; 8 – зубчатий сектор; 9 – фіксатор; 10 – перемикач швидкостей; 11 – кришка передня; 12 – магнітний пускач; 13 – конвеєр лівий; 14 – стабілізатор; 15 – конвеєр правий; 16 – піддони; 17 – гвинт регулювання; 18 – гвинт опори; 19 – опора; 20 – гайка регулювання конвеєрів; 21 – кронштейн; 22 – ролик рухомий; 23 – колесо; 24 – педалі керування; 25 – лампочка сигнальна; 26 – гвинти кріплення піддону; 27 – упор верхній

На передній кришці 11 (рис. 3.1) машини знаходиться рукоятка 4 з фіксатором 9 для регулювання зазору між валками, зубчастий сектор 8, сектор 7 з фіксатором 5, лімб 2 показів товщини розкату тесту, електрична панель 12 включення машини. Встановлюється машина на 4-х колесах 23 для полегшення переміщення, стабілізатори 14 призначені для стійкої фіксації машини при її роботі (рис.3.1).

Каркас являє собою зварену коробчату конструкцію з тонкої листової сталі і складається з двох боковин і кожуха. Для збільшення твердості

конструкції боковини і верхньої частини зварені між собою кутниками 8 (рис. 3.1.а), що використовуються також для встановлення лотка 7.

Конвеєри 13, 15 (рис. 3.1) служать для подачі порції тесту до розкочувальних валків, (подаючий конвеєр) і прийому розкатоного тесту після розкочувальних валків (приймний конвеєр).

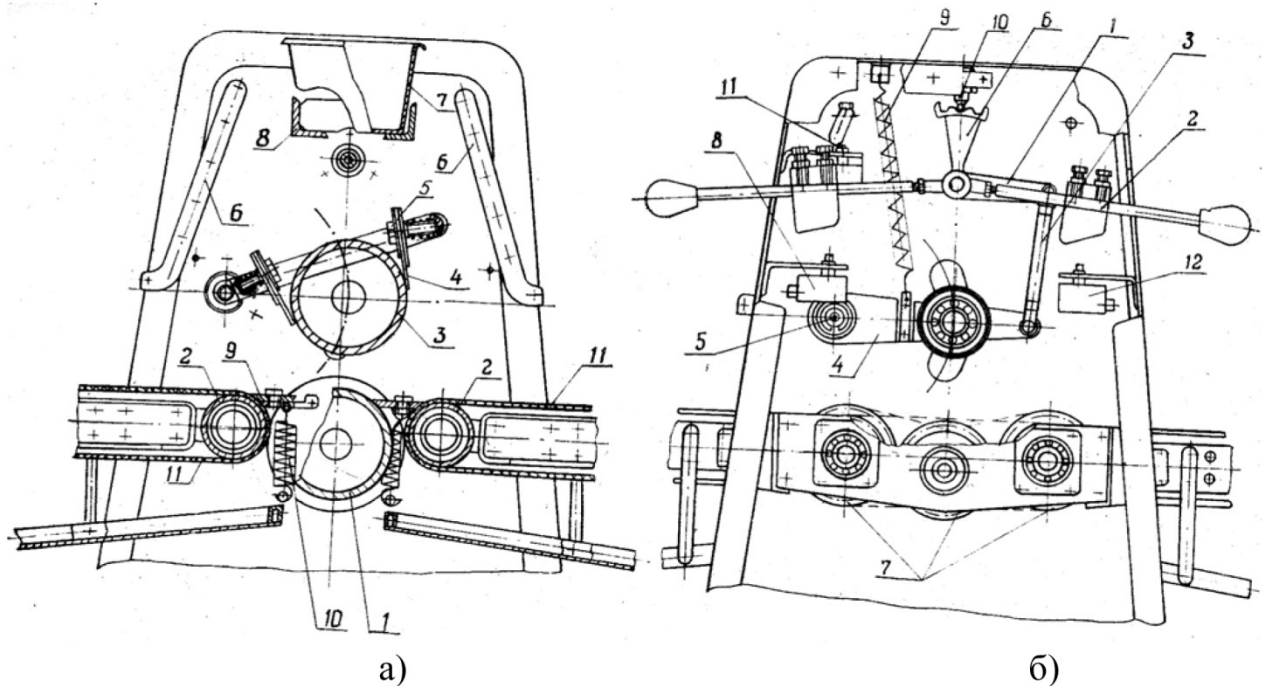


Рисунок 3.2. – Поперечний розріз та вигляд зі знятою передньою кришкою машини МНРТ-130/600.

- а) Поперечний розріз: 1- валок нижній; 2 – ролик передній; 3 – валок верхній; 4 – скребок верхній; 5 - гвинт регулювання; 6 – огороження; 7 – лоток; 8 – кутник; 9 – скребок нижній; 10 – пружина; 11 – стрічка конвеєрна.
- б) Вигляд зі знятою передньою кришкою: 1 – важіль; 2 – рукоятка керування; 3 – важіль проміжний; 4 – важіль виконавчий; 5 – вісь важеля; 6 – фіксатор корончатий; 7 – ланцюговий привід; 8 – вимикач реверса; 9 – пружина; 10 – фіксатор; 11 – вимикач огорожувальних решіток; 12 – вимикач реверса

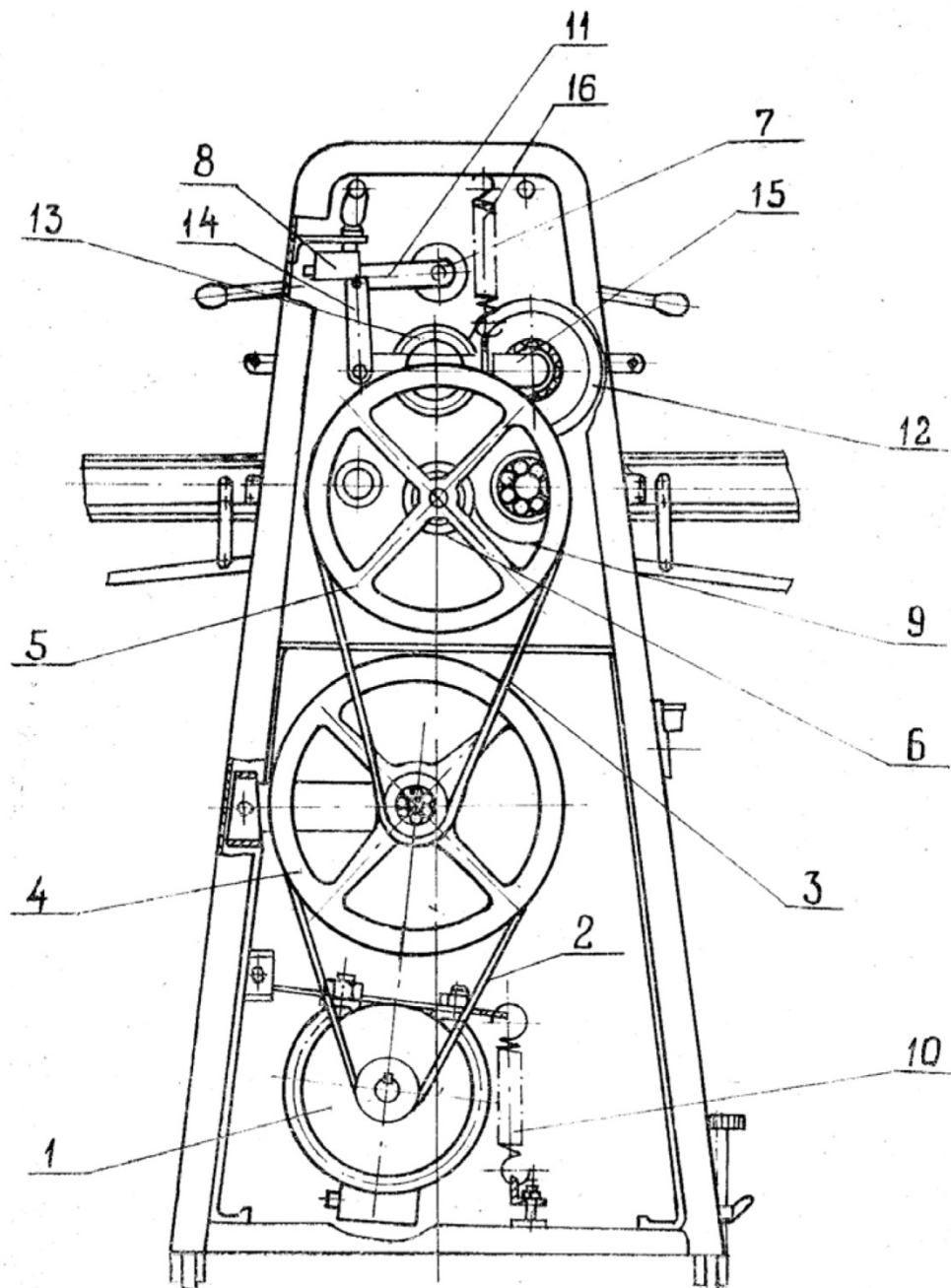


Рисунок 3.3. – Привід машини для розкачування тіста МНРТ-130/600:

1 – електродвигун; 2, 3 – паси; 4, 5 – шківів; 6 – шестерня ведуча; 7 – вал механізму керування; 8 – вимикач огорожувальної решітки; 9 – шестерня проміжна; 10 – пружина; 11 – важіль; 12 – шестерня проміжна; 13 – шестерня ведена; 14 – важіль проміжний; 15 – важіль виконавчий; 16 – пружина

Вони являють собою каркас із гнutoї листової сталі, на якому закріплені вали – ведучий 2 (рис. 3.2а) і ведений 22 (рис. 3.1). Між валками

натягнута транспортерна стрічка 11 (рис. 3.2а). Для регулювання натягу й усунення перекосу стрічки, конвеєри обладнані натяжними пристроями 20, 21 (рис. 3.2). Механізм для швидкого знімання конвеєрів, дозволяє швидко і легко від'єднати їх від каркасу, що значно полегшує заміну транспортерних стрічок, ремонт, санітарну обробку машини на місці експлуатації, а також компактність при транспортуванні.

Привід нижнього розкочувального валка (рис. 3.3) здійснюється за допомогою двоступінчастої клинопасової передачі від електродвигуна і складається з трьох клинових пасів 2, 3, шківів 4 та 5 і пружини додаткового натягу пасів 10. Електродвигун 1 і шків 4 закріплені консольно на кронштейнах. За рахунок такого розташування привода натяг ременів здійснюється вагою електродвигуна і натягом спеціальної пружини 10. Привід верхнього розкочувального валка здійснюється прямозубою циліндричною передачею від нижнього розкочувального валка і складається з ведучої шестірні 6, закріпленої на нижньому валку, двох проміжних шестірень 9, 12 і веденої шестірні 13, закріпленої на верхньому валку. При встановленні зазору між розкочувальними валками, ведена шестірня разом з верхнім валком обкатується по проміжній шестірні 12 (рис. 3.3).

Привід конвеєрів лівого 13 і правого 15 (рис. 3.1) здійснюється від нижнього розкочувального валка ланцюговою передачею. Особливістю передачі є те, що при зміні напрямку розкочування (реверсі) автоматично змінюється не тільки напрямок руху стрічок конвеєрів, а і їхні швидкості. При цьому швидкість подаючого конвеєра завжди менше швидкості приймального конвеєра. Така робота приводу забезпечується гвинтовою муфтою, яка встановлена на валу нижнього розкочувального валка і складається з подвійної зірочки 5 і гвинтової втулки 6.

При розкочуванні тіста справа наліво подвійна зірочка 5, переміщається по гвинтовій втулці 6 уздовж осі вала, притискається до зірочки 7 і обертання передається на зірочки 9 і 10. Зірочки 8 і 12

обертаються вільно на втулці і роликівій муфті, відповідно. При цьому правий конвеєр є подаючим, лівий конвеєр — приймальним

При розкочуванні тіста зліва направо подвійна зірочка 5, переміщається по гвинтовій втулці 6 уздовж осі вала, притискається до зірочки 8 і обертання передається на зірочки 11 і 12. Зірочки 7 і 10 обертаються вільно на втулці і роликівій муфті, відповідно. При цьому лівий конвеєр є подачим, правий конвеєр — приймальним

Механізм регулювання зазору між валками призначений для зміни товщини розкочування тіста і складається з рукоятки 4 з фіксатором 9, рухомого фіксатора 5 і сектора 7, для установки заданої товщини тіста, зубчатого сектора 8 для забезпечення товщини розкатоного тіста від 1...70 мм (рис. 3.1.), вала 7 (рис.3. 3), важелів 1, 3, 4, осі 5 і пружини 9 (рис. 3.2б), важелів 11, 14, 15 і пружини 16 (рис. 3.3).

Керування машиною призначено для здійснення її пуску і зміни напрямку руху (реверс) транспортерних стрічок 11 (рис. 3.2а) і складається з рукоятки зі штовхачем 2, сектора 6, фіксатора 11 і вимикачів 8, 12 (рис.3.2б) для ручного керування, педалей 24 (рис. 3.1) і електричних вимикачів для ніжного керування.

При установці рукоятки 2 (рис. 3.2б) ручного керування у положення:

- | | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| – нейтральне (середнє) | – машина виключена |
| – крайнє нижнє з боку правого конвеєра | – рух транспортерної стрічки зліва направо. |
| –(крайнє верхнє з боку лівого конвеєра) | -Лівий конвеєр подаючий. |
| – крайнє верхнє з боку правого конвеєра | - Правий конвеєр –приймний. |
| (крайнє нижнє з боку лівого конвеєра) | – рух транспортерних стрічок справа наліво. |
| | Правий конвеєр — подаючий. |
| | Лівий конвеєр — приймний. |

При установці рукоятки 2 (рис. 3.2б) ручного керування в нейтральне (середнє) положення і натисканні педалей 24 (рис. 3.1) ніжного керування:

- | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| – правої | – рух транспортерних стрічок зліва направо.
Лівий конвеєр — подаючий.
Правий конвеєр — прийомний. |
| – лівої | – рух транспортерних стрічок справа наліво.
Правий конвеєр – подаючий.
Лівий конвеєр – прийомний. |

Скребки служать для очищення розкочувальних валків від тіста, що налипає. Встановлюються окремо для верхнього і нижнього валків, Сила притиснення ножів 4, 9 до валків регулюється натягом пружин 5, 10 (рис. 3.2а).

Огороджувальні решітки 6 у робочому положенні (рис. 3.2а) забезпечують безпеку оператора при працюючій машині.

При підйомі огорожувальної решітки більше 15° відбувається зупинка розкочувальних валків і конвеєрів за допомогою електричних вимикачів 8 (рис. 3.3) та 11 (рис. 3.2б).

Технічна характеристика машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 1.1. – Технічна характеристика машини для розкачування тіста
МНРТ-130/600

Параметр	Одиниці вимірювання	Значення
- 1 -	- 2 -	- 3 -
Продуктивність технічна	кг/година	130
Маса порції тіста	кг	10
Товщина шару , що розкочується	мм	1...70
Ширина шару , що розкочується	мм	600
Напруга мережі	У	380
Рід струму		трифазний змінний
Частота	Гц	50
Потужність електродвигуна – на частоті обертання 1500 сек ⁻¹ – на частоті обертання 750 сек – 1	кВт	1,32 0,8
Тік плавкої вставки запобіжника	А	16
Ступінь захисту від поразки електричним струмом		ІР ДСТ 14254-80
Габаритні розміри – довжина – ширина – висота	мм	3150 1080 1205
Маса машини без ЗИП	кг	230

3.2. Розрахунок продуктивності машини для розкатування тіста марки МНРТ-130/600

Продуктивність валкових машин розраховується з умови, що з вихідної щілини виходить безперервний потік матеріалу товщиною b , рівною зазору між валками, і шириною, рівною робочій довжині валка $l_p = 0,9l$.

Об'єм матеріалу, що виходить з машини при одному оберті валків [2]:

$$V = \pi \cdot D \cdot L_p \cdot b \cdot n \cdot \psi, \text{ м}^3/\text{с},$$

Тоді за умови, що тісто подається неперервною стрічкою масова продуктивність дорівнює:

$$G_0 = \pi \cdot D \cdot L_p \cdot b \cdot \rho \cdot n \cdot \psi, \text{ кг/с},$$

Де $d=0,1\text{ м}$ – діаметр розкочувальних валків;

B – зазор між валками. При обробці однієї тістової заготовки він може змінюватися в межах від 70 до 5мм. Приймаємо

$$B = 0,035\text{ м}.$$

$1,25$ – коефіцієнт, що враховує розходження валків із-за стискання пружин;

$\rho = 630 \text{ кг/м}^3$ – густина тіста пшеничного;

ψ - коефіцієнт розпушення (для міцних матеріалів $\psi=0,2-0,3$, для пластичних - $\psi=0,4-0,6$ [7], для в'язких $\psi=0,8-0,9$).

Коефіцієнт розпушення для тіста пшеничного приймаємо

$$\psi=0,8.$$

Номінальна довжина валка машини

$$L = 0,6 \text{ м},$$

Тоді його робоча довжина

$$L_p = 0,9l = 0,9 \cdot 0,6 = 0,54 \text{ м}.$$

Розрахункова максимальна частота обертання валків -
 $n=70,7\text{об/хв}=1,18\text{об/с}$.

Тоді масова продуктивність g_0 за умови, що тісто подається в машину неперервною стрічкою дорівнювала б

$$G_0 = 3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,54 \cdot 0,035 \cdot 630 \cdot 1,18 \cdot 0,8 = 3,529 \text{ кг/с}.$$

Але особливістю роботи даної машини є її періодична робота, крім того тістову заготовку пропускають через машину 4 рази. Кожен раз машина простоє доки відбуваються операції намащення масла вершкового або маргарину на тісто і складання тістової стрічки вчетверо, які здійснюються працівником вручну, а також здійснюється зміна зазору між валками.

Таким чином коефіцієнт використання робочого циклу машини буде низький. З врахуванням витрат часу на операції намащення масла вершкового або маргарину на тісто, складання тістової стрічки, зміни зазору між валками коефіцієнт використання робочого циклу машини буде дорівнювати:

$$\eta = 0,041$$

Відповідно технічна продуктивність машини буде дорівнювати:

$$G = \frac{G_0 \cdot \eta}{4} = \frac{3,529 \cdot 0,041}{4} = 0,036 \text{ кг/с} = 130,24 \text{ кг/год}.$$

3.3. Структурний аналіз конструкції вузла приводу розкатувальних валків машини для розкачування тіста МНРТ-130/600

Основною механічною операцією, яку виконує вузол приводу конвеєрів машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 є передача крутного моменту розкочувальним валкам машини.

На рисунку 2.2 наведена структурна схема вузла приводу розкатувальних валків машини для розкачування тіста МНРТ-130/600.

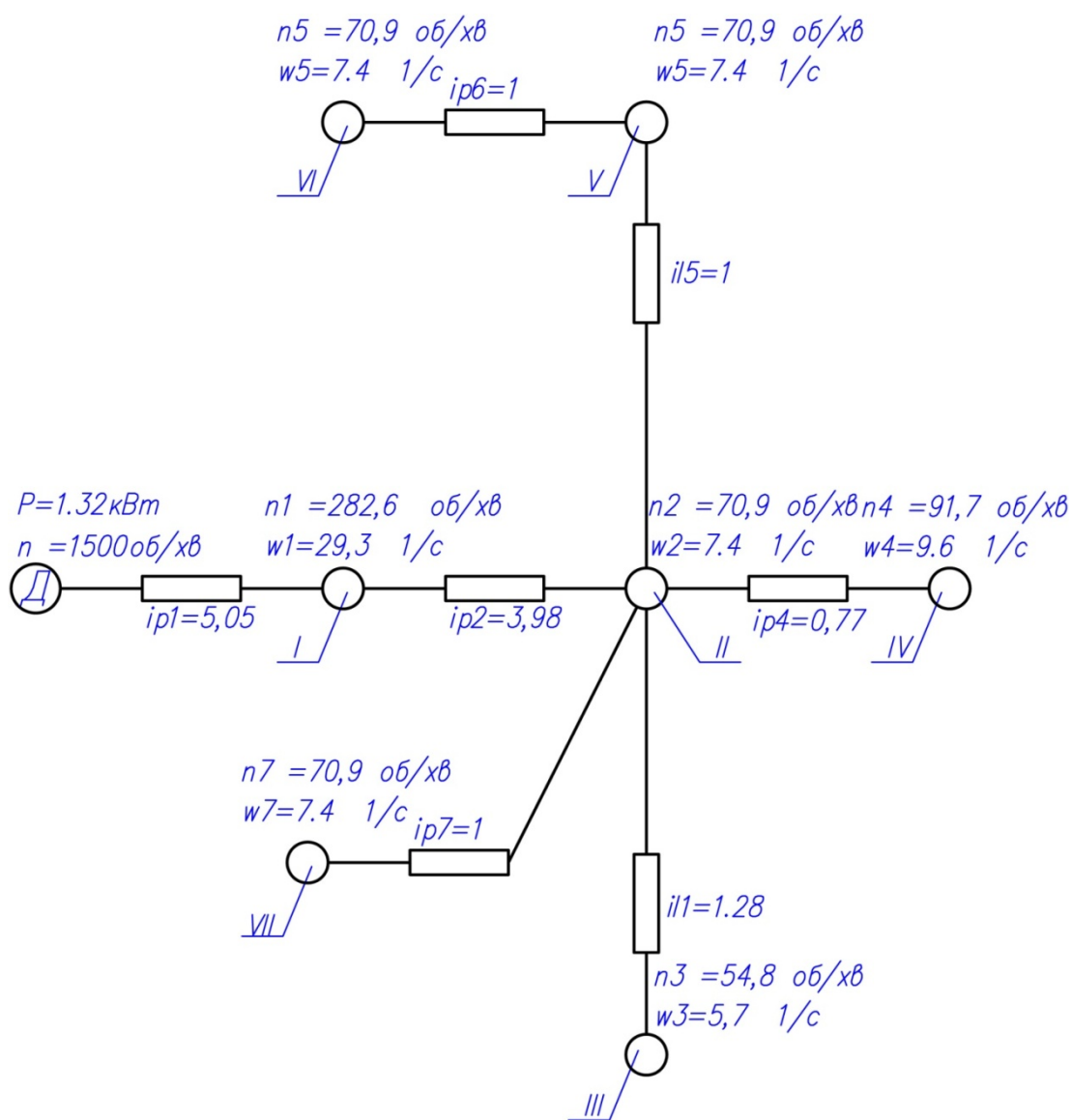


Рисунок 3.4. - Структурна схема вузла приводу розкатувальних валків машини для розкачування тіста МНРТ-130/600

Схема включає електропривід, клинопасові передачі, зубчаті передачі, ланцюгові передачі, робочі органи (розкочувальні валки, барабани транспортерів). За принципом дії даний агрегат відноситься до обладнання з механічним приводом. Робочі органи відносяться до деталей типу – “вал” і здійснюють обертовий рух. Головним рухом є виконавчий рух – рух розкочувальних валків, рух подачі – це рух валів правого та лівого конвеєрів, допоміжний рух – це рух вертикального переміщення верхніх розкочувальних валків. Всі вони здійснюються від одного приводу з електродвигуном. Для передачі руху від електродвигуна до робочих органів машини використані клинопасові, ланцюгові та зубчаті передачі з різними передаточними відношеннями.

3.4. Розробка кінематичної схеми вузла приводу розкатувальних валків машини для розкатування тіста МНРТ-130/600

На рисунку 3.4. показана кінематична схема модернізованої конструкції вузла приводу розкатувальних валків машини для розкатування тіста МНРТ-130/600. Кінематична схема дає уявлення, яким чином рух від електродвигуна передається робочим органам машини. Від електродвигуна до привідного шків машини рух передається за допомогою двох ступенів клинопасових передач, за допомогою яких відбувається зменшення швидкості обертання до заданої.

З привідного шків обертання передається безпосередньо на вал нижнього розкочувального валка, а вже від нього за допомогою ланцюгових передач на привідні вали конвеєрів. За допомогою зубчатих передач рух передається від нижнього розкочувального валка на верхні розкочувальні валки. Перемикання напрямку руху розкочувальних валків і конвеєрів здійснюється за допомогою ходового гвинта і двохвінцевої зірочки.

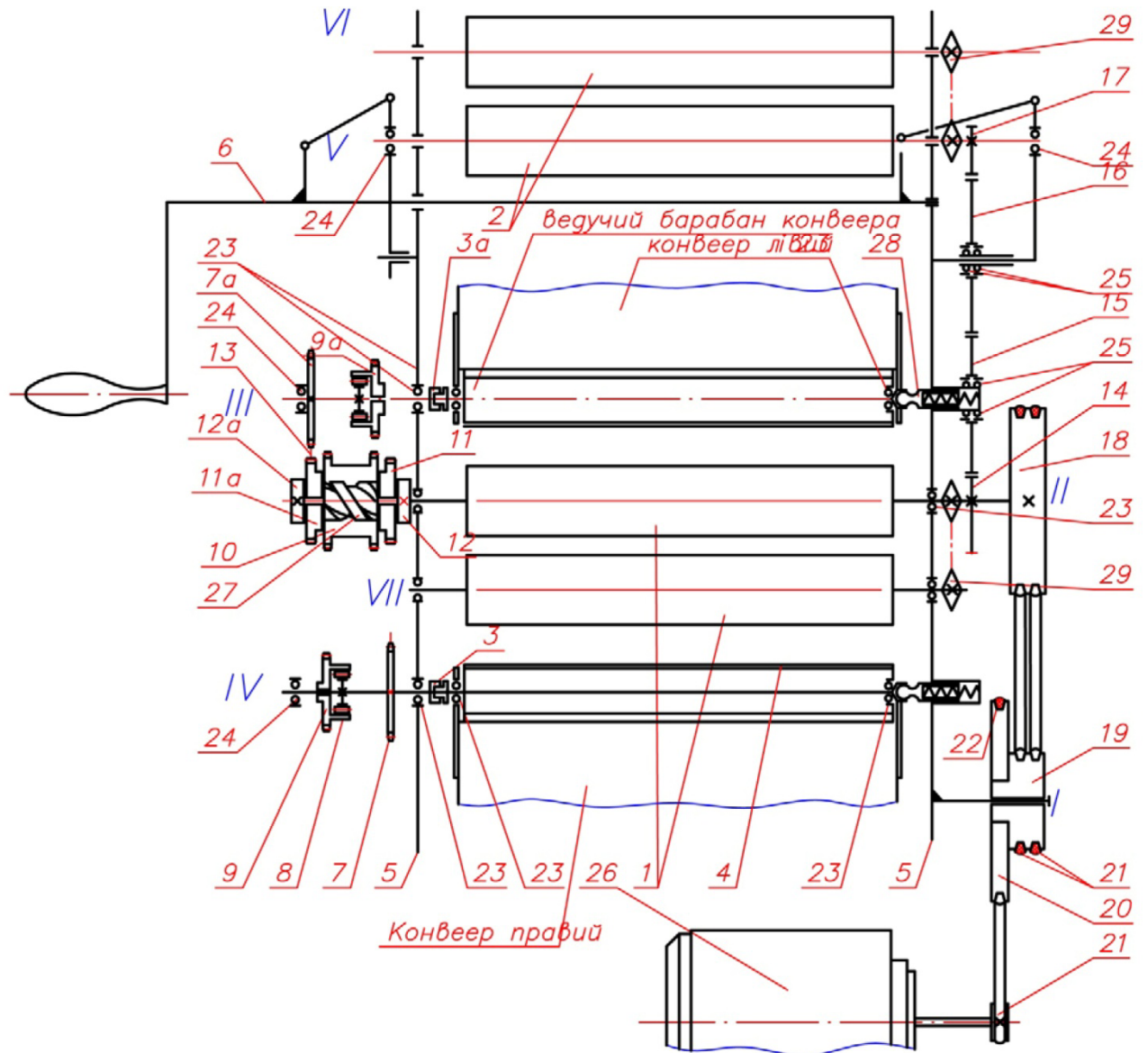


Рисунок 3.5. - Кінематична схема приводу розкатувальних валків машини для розкатування тіста МНРТ-130/600:

1. – валок розкочувальний нижній; 2 – валок розкочувальний верхній;
 3, 3а – вал приводу конвеєра; 4 – стрічка конвеєра; 5 – станина; 6 – механізм регулювання товщини тіста; 7, 7а, 11, 11а – зірочка; 8 – муфта обгону; 9, 9а – зірочки з обоймою; 10 – зірочка двохвінцева; 12, 12а – упор; 13 – ланцюг; 14, 15, 16, 17 – шестерня; 18, 19, 20, 21 – шків; 22 – пас клиновий; 23, 24, 25 – підшипник; 26 – електродвигун; 27 – гвинт ходовий; 28 – опора підпружинена, 29 – зірочка

Особливістю схеми є те, що при зміні напрямку руху подаючого та приймального конвеєрів змінюються їх швидкості.

3.5. Кінематичний розрахунок вузла приводу розкатувальних валків машини для розкатування тіста МНРТ-130/600

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми модернізованої конструкції вузла приводу розкочувальних валків машини для розкатування тіста МНРТ-130/600 (рис. 3.5.). Позначення величин приймемо у відповідності з рис. 3.5.

Визначення кінематичних параметрів приводу

Для розрахунку задаємося необхідними вихідними параметрами:
діаметр розкочувальних валків:

$$D_p := 0.1 \text{ м};$$

діаметр валків конвеєрів:

$$D_k := 0.07 \text{ м};$$

швидкість обертання нижнього розкочувального валка:

$$v_p := 0.37 \text{ м/с};$$

швидкості руху конвеєрів: подаючого:

$$v_{pd} := 0.2 \text{ м/с};$$

прийомного:

$$v_{pr} := 0.336 \text{ м/с}.$$

Маса куска тіста:

$$m_t := 10 \text{ кг}.$$

Визначаємо кутові швидкості валів:

$$\omega_p := \frac{2 \cdot v_p}{D_p} \quad \omega_p = 7.4 \quad 1/c;$$

$$\omega_{pd} := \frac{2 \cdot v_{pd}}{D_k} \quad \omega_{pd} = 5.714 \quad 1/c;$$

$$\omega_{pr} := \frac{2 \cdot v_{pr}}{D_k} \quad \omega_{pr} = 9.6 \quad 1/c.$$

Швидкості обертання валів:

$$n_p := \frac{30 \cdot \omega_p}{\pi} \quad n_p = 70.665 \text{ об/хв}; \quad 70.746$$

$$n_{pd} := \frac{30 \cdot \omega_{pd}}{\pi} \quad n_{pd} = 54.567 \text{ об/хв}; \quad 54.668$$

$$n_{pr} := \frac{30 \cdot \omega_{pr}}{\pi} \quad n_{pr} = 91.673 \text{ об/хв}. \quad 91.554$$

Орієнтуємось на електродвигун з синхронною швидкістю обертання:

$$n_{dv} := 1500 \text{ об/хв},$$

$$\omega_1 := \frac{\pi \cdot n_{dv}}{30} \quad \omega_1 = 157.08 \quad 1/c.$$

Тоді передаточне відношення приводу від електродвигуна до валка розкочувального:

$$i_1 := \frac{n_{dv}}{n_p} \quad i_1 = 21.227$$

Передаточне відношення від валка розкочувального до валків конвеєрів:

$$i_2 := \frac{n_p}{n_{pd}} \quad i_2 = 1.295$$

$$i_3 := \frac{n_p}{n_{pr}} \quad i_3 = 0.771$$

Максимальне загальне передаточне число приводу на валки конвеєрів:

$$u_1 := i_1 \cdot i_2 \quad u_1 = 27.489$$

$$u_2 := i_1 \cdot i_3 \quad u_2 = 16.362$$

Виходячи з умови, що:

$$M_{\text{КР}} > M_{\text{ТР}}$$

визначаємо крутний момент на валку подаючого конвеєра за формулою:

$$M_{\text{КР}} = kM_{\text{ТР}} = k \cdot (G_1 + \Sigma P) \cdot R_k$$

де: $k := 2$ - коефіцієнт запасу;

$G_1 := 100$ Н - вага тістової заготовки;

$\Sigma P := 3700$ Н - сума всіх додаткових сил, що діють на валки

конвеєрів під час їх обертання;

$R_k := 0.03$ - коефіцієнт тертя.

$$\text{Тоді: } M_{\text{КР}} := k \cdot (G_1 + \Sigma P) \cdot R_k \quad M_{\text{КР}} = 228 \quad \text{Н}^*\text{м}$$

Необхідний крутний момент на валу електродв

$$M_1 := \frac{M_{\text{КР}}}{u_1} \quad M_1 = 8.294 \quad \text{Н}^*\text{м}$$

Необхідна потужність:

$$N_1 := M_1 \cdot \omega_1 \quad N_1 = 1.303 \times 10^3 \quad \text{Вт.}$$

Вибір електродвигуна

Згідно гост 19523-81 приймаємо електродвигун асинхронний закритий обдувний типу 4A80B4У3 з синхронними

$$\overset{\text{швидк}}{n_{c1}} := 1500 \text{ об/хв} \quad S_1 := 5.8 \text{ \%},$$

$$n_{c2} := 750 \text{ об/хв} \quad (S_2 := 7 \text{ \%}).$$

$$\text{Потужність електродвигуна: } P_1 := 1.32 \text{ кВт.}$$

Швидкості обертання валу двигуна:

$$n_1 := n_{c1} \cdot \left(1 - \frac{S_1}{100}\right) \quad n_1 = 1.413 \times 10^3 \text{ об/хв,}$$

$$n_2 := n_{c2} \cdot \left(1 - \frac{S_2}{100}\right) \quad n_2 = 697.5 \text{ об/хв.}$$

Уточнюємо передаточне число до валка розкочувального нижнього:

$$i := \frac{n_1}{n_p} \quad i = 19.996$$

Розбиваємо передаточне число по ступеням пасових передач:

$$i_{p1} := 5 \quad i_{p2} := 4$$

Загальне передаточне число:

$$u := \frac{n_1}{n_{pd}} \quad u = 25.895$$

Передаточне число ланцюгової передачі:

$$i_{11} := \frac{u}{i} \quad i_{11} = 1.295$$

3.5. Розрахунок клинопасових передач модернізованої конструкції вузла приводу конвеєрів машини для розкочування тіста МНРТ-130/600

За допомогою двох ступенів клинопасових передач рух передається від електродвигуна до привідного шківів машини. З привідного шківів обертання передається безпосередньо на вал нижнього розкочувального валка. При цьому відбувається зменшення швидкості обертання до заданої.

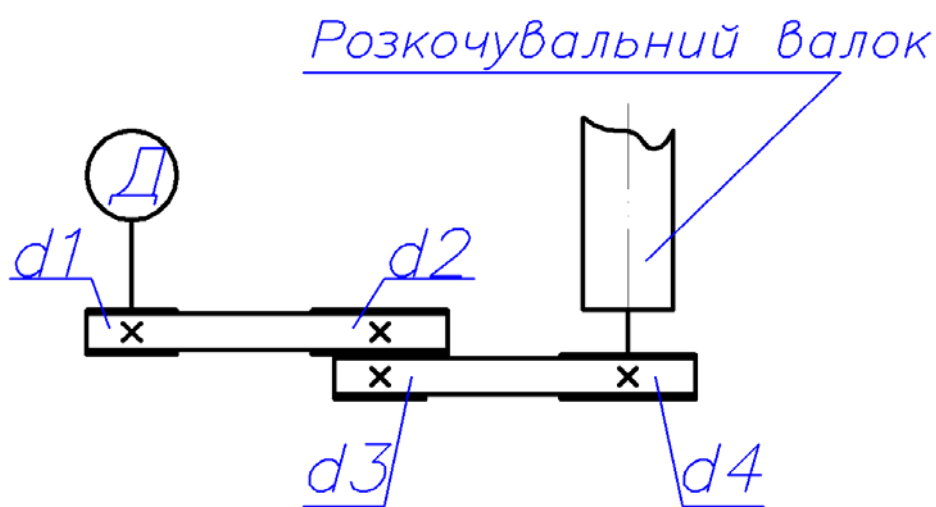


Рисунок 3.6. – Розрахункова схема

Розрахунок першої пасової передачі

Для розрахунку першої передачі від електродвигуна маємо вихідні дані:

$$P_1 := 1.32 \text{ кВт}, \quad n_1 := 1413 \text{ об/хв},$$

$$\omega_1 := \frac{\pi \cdot n_1}{30} \quad \omega_1 = 147.969 \text{ 1/с},$$

$$i_{p1} := 5$$

Частота обертання більшого шківa [5]:

$$n_2 := \frac{n_1}{i_{p1}} \quad n_2 = 282.6 \quad \text{об/хв.}$$

Для заданих потужності і швидкості

$$P_1 := 1.32 \quad \text{кВт}, \quad n_1 := 1413 \quad \text{об/хв}$$

за номограмою рис.7.3 вибираємо пас перерізу А з площею поперечного перерізу: $F := 81 \text{ м}^2$, з геометричними параметрами:

$$a := 13 \text{ мм}, \quad h := 8 \text{ мм.}$$

Крутний момент

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 8.921 \quad \text{Н*м.}$$

Визначаємо діаметр меншого шківa [5]:

$$d_1 = (3...4) \cdot \sqrt[3]{T_1 \cdot 1000}$$

$$d_1 := 3 \cdot \sqrt[3]{T_1 \cdot 1000} \quad d_1 = 62.219 \quad \text{мм,}$$

$$d_1 := 4 \cdot \sqrt[3]{T_1 \cdot 1000}$$

Згідно ГОСТ 17383-73 приймаємо:

$$d_1 := 63 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо діаметр більшого шківa шківa [5]:

$\varepsilon := 0.01$ - коефіцієнт ковзання,

$$d_2 := d_1 \cdot i_{p1} \cdot (1 - \varepsilon) \quad d_2 = 311.85 \quad \text{мм.}$$

Згідно ГОСТ 17383-73 приймаємо:

$$d_2 := 315 \quad \text{мм.}$$

Уточнене передаточне відношення:

$$i_{p1} := \frac{d_2}{[d_1 \cdot (1 - \epsilon)]} \quad i_{p1} = 5.051$$

Відхилення передаточного відношення:

$$\Delta i_{p1} := \frac{5.05 - 5}{5.05} \cdot 100 \quad \Delta i_{p1} = 0.99 \quad \%, \text{ що допустимо.}$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{d_1 \cdot 0.001}{2} \quad v = 4.661 \quad (\text{м/с})$$

Міжосьову відстань визначаємо з інтервалу:

$$a_{\min} := 0.55 \cdot (d_1 + d_2) + h \quad a_{\min} = 215.9 \quad \text{мм.}$$

$$a_{\max} := (d_1 + d_2) \quad a_{\max} = 378 \quad \text{мм.}$$

Конструктивно приймаємо:

$$a_{\omega 1} := 300 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо довжину паса [5]:

$$L := 2 \cdot a_{\omega 1} + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a_{\omega 1}} \quad L = 1.247 \times 10^3 \quad \text{мм.}$$

Приймаємо:

$$L := 1250 \quad \text{мм.}$$

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a_{\omega 1} = 0.125 \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right)$$

$$\text{де } \lambda := 2 \cdot L - \pi(d_1 + d_2) \quad \lambda = 1.312 \times 10^3 \quad \text{мм.}$$

$$\Delta := d_2 - d_1 \quad \Delta = 252 \quad \text{мм.}$$

$$a_{\omega 1} := 0.125 \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right) \quad a_{\omega 1} = 301.819 \quad \text{мм.}$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{1000v}{L} \quad i = 3.729 \quad (c^{-1})$$

що менше від $[i] = 10 (c^{-1})$

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{a_{\omega 1}} \quad \alpha_1 = 132.409 \quad ^\circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса A визначаємо з [10].
За діаметром меншого шківa та кількістю обертів

З [10] вибираєм $P_0 := 1.7 \quad \text{кВт},$

базова довжина $l_0 := 1700 \quad \text{мм}.$

Коефіцієнт

$$C_\alpha := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_\alpha = 0.857$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{L}{l_0}} \quad C_1 = 0.95$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 1$ при орієнтовному

$z := 1$

$$PI := P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_1 \cdot C_p \cdot C_z \quad PI = 1.384 \quad \text{кВт}.$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківaх передачі:

$$z := \frac{P_1}{PI} \quad z = 0.953$$

Приймаємо $z := 1$

Силу попереднього натягу гілок комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot P_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{z \cdot v \cdot C_\alpha \cdot C_p} \quad F_0 = 266.784 \quad \text{Н.}$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 488.209 \quad (\text{Н})$$

Розрахунок другої клинопасової передачі

Крутний момент

$$T_2 := T_1 \cdot i_{p1} \quad T_2 = 45.054 \quad \text{І*і.}$$

Визначаємо діаметр меншого шківів [5]:

$$d_3 = (3 \dots 4) \cdot \sqrt[3]{T_2 \cdot 1000}$$

$$d_3 := 3 \cdot \sqrt[3]{T_2 \cdot 1000} \quad d_3 = 106.75 \quad \text{мм,}$$

$$d_3 := 4 \cdot \sqrt[3]{T_2 \cdot 1000} \quad d_3 = 142.333 \quad \text{мм.}$$

Згідно ГОСТ 17383-73 приймаємо:

$$d_3 := 71 \quad \text{мм.}$$

$$i_{p2} := 4$$

Визначаємо діаметр більшого шківів [5]:

$$\varepsilon := 0.01 \quad \text{- коефіцієнт ковзання,}$$

$$d_4 := d_3 \cdot i_{p2} \cdot (1 - \varepsilon) \quad d_4 = 281.16 \quad \text{мм.}$$

Згідно ГОСТ 17383-73 приймаємо:

$$d_4 := 280 \quad \text{мм.}$$

Уточнене передаточне відношення:

$$i_{p2} := \frac{d_4}{[d_3 \cdot (1 - \varepsilon)]} \quad i_{p2} = 3.983$$

Відхилення передаточного відношення:

$$\Delta i_{p1} := \frac{3.983 - 4}{3.983} \cdot 100 \quad \Delta i_{p1} = -0.427 \quad \%, \text{ що допустимо.}$$

Уточнена швидкість обертання меншого шківів:

$$\omega_2 := \frac{\omega_1}{i_{p1}} \quad \omega_2 = 29.298 \quad 1/\text{с.}$$

Швидкість паса

$$v := \omega_2 \cdot \frac{d_3 \cdot 0.001}{2} \quad v = 1.04 \quad \text{м/с.}$$

Міжосьову відстань визначаємо з інтервалу:

$$a_{\min} := 0.55 \cdot (d_3 + d_4) + h \quad a_{\min} = 201.05 \quad \text{мм.}$$

$$a_{\max} := (d_3 + d_4) \quad a_{\max} = 351 \quad \text{мм.}$$

Конструктивно приймаємо:

$$a_{\omega 2} := 300 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо довжину паса [5]:

$$L := 2 \cdot a_{\omega 2} + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_3 + d_4) + \frac{(d_4 - d_3)^2}{4 \cdot a_{\omega 2}} \quad L = 1.188 \times 10^3 \quad \text{мм.}$$

Приймаємо:

$$L := 1250 \quad \text{мм.}$$

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a_{\omega 2} = 0.125 \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right)$$

$$\text{де } \lambda := 2 \cdot L - \pi(d_3 + d_4) \quad \lambda = 1.397 \times 10^3 \quad \text{мм.}$$

$$\Delta := d_4 - d_3 \quad \Delta = 209 \quad \text{мм.}$$

$$a_{\omega 2} := 0.125 \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right) \quad a_{\omega 2} = 332.925 \quad \text{мм.}$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{1000v}{L} \quad i = 0.832 \quad (\text{с}^{-1})$$

що менше від $[i] = 10 \text{ (с}^{-1}\text{)}$

Кут обхвату меншого шківів

$$\alpha_2 := 180 - 57 \cdot \frac{(d_4 - d_3)}{a_{\omega 2}} \quad \alpha_2 = 144.217 \quad ^\circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса A визначаємо з [10].
За діаметром меншого шківів та кількістю обертів

З [10] вибираєм $P_0 := 0.9 \quad \text{кВт,}$

Коефіцієнт

$$C_\alpha := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_2) \quad C_\alpha = 0.893$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{L}{L_0}} \quad C_1 = 0.95$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 1$ при орієнтовному

$z := 1$

$$PI := P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_1 \cdot C_p \cdot C_z \quad PI = 0.763 \quad \text{кВт.}$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківів передачі:

$$z := \frac{P_1}{PI} \quad z = 1.729$$

Приймаємо $z := 2$

Силу попереднього натягу гілок комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot P_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{z \cdot v \cdot C_\alpha \cdot C_p} \quad F_0 = 574.064 \quad \text{Н.}$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 1.051 \times 10^3 \text{ Н.}$$

3.6. Розрахунок ланцюгової передачі від розкочувального валка до привідного вала конвеєрів машини для розкачування тіста МНРТ-130/600

Привід конвеєрів машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 здійснюється за допомогою ланцюгових передач. При перемикаванні напрямку руху розкочувальних валків і конвеєрів змінюються їх швидкості. Найбільш навантаженою є ланцюгова передача, при якій здійснюється зменшення частоти обертання, тому проведемо її розрахунок.

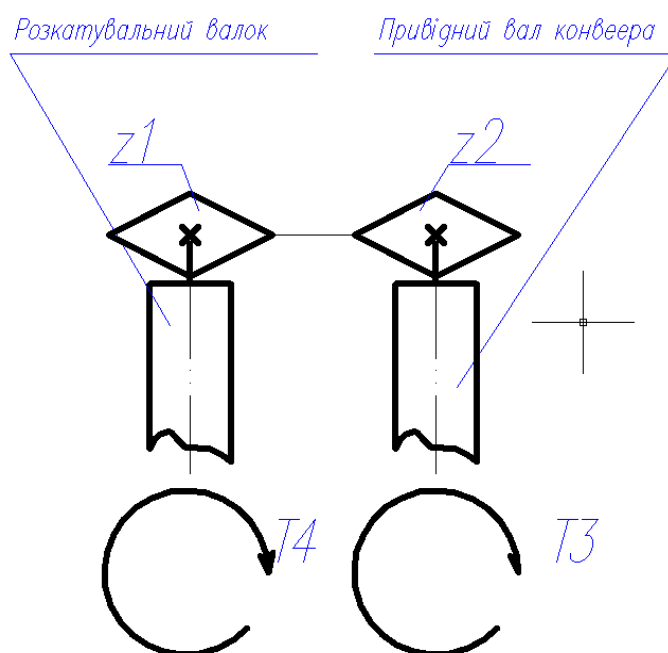


Рисунок 3.7. – Розрахункова схема

Передаточне відношення ланцюгової передачі:

$$i_{11} := 1.295$$

Крутний момент $T_2 := 45.054$ $n_1 := 282.6$ об/хв.

Потужність, що передає передача:

$$P := 1.32 \text{ кВт.}$$

Передаюче відношення попередньої ступені:

$$i_{p2} := 3.983$$

Крутні моменти:

- на ведучій зірочці:

$$T_3 := T_2 \cdot i_{p2} \quad T_3 = 179.45 \quad \text{Н*м.}$$

- на веденій зірочці:

$$T_4 := T_3 \cdot i_{11} \quad T_4 = 232.388 \quad \text{Н*м.}$$

Швидкості:

- ведучої зірочки:

$$n_2 := \frac{n_1}{i_{p2}} \quad n_2 = 70.952 \quad \text{об/хв.}$$

$$\omega_2 := \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad \omega_2 = 7.43 \quad \text{1/с.}$$

- веденої зірочки:

$$n_3 := \frac{n_2}{i_{11}} \quad n_3 = 54.789 \quad \text{об/хв.}$$

$$\omega_3 := \frac{\pi \cdot n_3}{30} \quad \omega_3 = 5.737 \quad \text{1/с.}$$

Згідно ГОСТ 13568-75 вибираємо ланцюг привідний роликів однорядний ПР та визначаємо його крок за формулою [5]:

$$t = 2.8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot K_e}{z_1 \cdot I_{pI} \cdot m}}$$

де $K_e = k_g \cdot k_a \cdot k_H \cdot k_p \cdot k_{зм} \cdot k_{п}$

$k_g := 1.25$ - для передачі з помірними поштовхами;

$k_a := 1$ - оскільки

$k_H := 1$ - для передач з кутом нахилу ланцюга $\alpha = 0$;

$k_p := 1.25$ - для передач з періодичним регулюванням натягу ланцюга;

$k_{3M} := 1.5$ - для передач з періодичним змашуванням ланцюга;

$k_{II} := 1.25$ - при роботі передачі в дві зміни.

Отже $K_e := k_g \cdot k_a \cdot k_H \cdot k_p \cdot k_{3M} \cdot k_{II} \quad K_e = 2.93$

$u := 6.9$

Число зубів ведучої зірочки:

$z_1 := 31 - 2 \cdot u \quad z_1 = 17.2$

Приймаємо:

Тоді число зубців веденої зірочки $z_2 := i_{11} \cdot z_1 \quad z_2 = 22.274$

Приймаємо: $z_2 := 22$

Уточнене передаточне відношення:

$i_{11} := \frac{z_2}{z_1} \quad i_{11} = 1.279$

Відхилення передаточного відношення:

$\Delta i_{11} := \frac{1.295 - 1.294}{1.295} \cdot 100 \quad \Delta i_{11} = 0.077 \%$, що допустимо.

За таблицею 7.18 [5] приймаємо значення $[pI] := 42$ МПа при $z_1 := 17$

Кількість рядів ланцюга: $m := 1$

Тоді крок ланцюга :

$t := 2.8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot 1000 \cdot K_e}{z_1 \cdot [pI] \cdot m}} \quad t := 12.2$ мм.

За таблицею 7.15 [9] приймаємо ланцюг ПР-12.7-18000 ГОСТ13568-75

$t := 12.7$ мм.

проекція опорної поверхні шарніра: $A_{\text{оп}} := 39.6 \text{ мм}^2$,

руйнізне навантаження $Q := 18.2 \cdot 10^3 \text{ Н}$,

вага 1м ланцюга $g := 0.75 \text{ кг/м}$.

Проводимо перевірку ланцюга за двома проказниками:

а) за частотою обертання.

За таблицею 7.17 [9] допустима для ланцюга з кроком $t := 12.7 \text{ мм}$

частота обертання $lnI := 1250 \text{ об/хв}$. Оскільки

$n_2 < lnI$, то умова виконується

б) за тиском в шарнірах.

Для даного ланцюга при $n_2 = 70.952 \text{ об/хв}$ за таблицею 7.18 [9]

при $z_1 := 17$

$IpI := 42 \text{ МПа}$.

Розрахуємо тиск в шарнірах ланцюга за формулою [9]:

$$p = \frac{F_t \cdot K_e}{A_{\text{оп}}}$$

де $F_t = \frac{P}{v_3}$ - колова сила, що діє на елементи ланцюга,

$$v_2 := \frac{z_1 \cdot t \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} \quad v_2 = 0.255 \text{ м/с, - швидкість ланцюга.}$$

$$\text{Тоді: } F_t := \frac{P \cdot 10^3}{v_2} \quad F_t = 5.17 \times 10^3 \text{ Н,}$$

$$p := \frac{F_t \cdot K_e}{A_{\text{оп}}} \quad p := 35.3 \text{ МПа,}$$

Умова $p < IpI$ виконується.

Ділильні діаметри зірочок

- ведучої:

$$d_1 := \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} \quad d_1 = 69.116 \quad \text{мм,}$$

- веденої:

$$d_2 := \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} \quad d_2 = 89.239 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо зовнішні діаметри зірочок при діаметрі ролика ланцюга

$$d_r := 8.51 \quad \text{мм,}$$

- ведучої:

$$De_1 := t \cdot \left(\frac{1}{\tan\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} + 0.7 \right) - 0.31 \cdot d_r \quad De_1 = 74.191 \quad \text{мм,}$$

- веденої:

$$De_2 := t \cdot \left(\frac{1}{\tan\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} + 0.7 \right) - 0.31 \cdot d_r \quad De_2 = 94.582 \quad \text{мм,}$$

Визначаємо мінімальну допустиму міжосьову віддаль передачі

$$a_{\min} := \frac{(De_1 + De_2)}{2} + 15 \quad a_{\min} = 99.387 \quad \text{мм.}$$

Число ланок ланцюга:

$$W := 2 \cdot \frac{a_{\min}}{t} + 0.5 \cdot (z_1 + z_2) + \frac{t}{a_{\min}} \cdot \frac{(z_2 - z_1)^2}{(2 \cdot \pi)^2} \quad W = 35.232$$

Приймаємо $W := 36$

Розрахункова міжосьова відстань:

$$a_0 := \frac{t}{4} \cdot \left[W - 0.5 \cdot (z_1 + z_2) + \sqrt{\left[W - 0.5 \cdot (z_1 + z_2) \right]^2 - 8 \cdot \frac{(z_2 - z_1)^2}{(2 \cdot \pi)^2}} \right]$$

$$a_0 = 104.285 \quad \text{мм.}$$

Міжосьова відстань передачі із забезпеченням провисання веденої гліки:

$$a := a_0 - 0.002 \cdot a_0 \quad a = 104.077 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо сили, діючі на ланцюг:

колова сила: $F_t = 5.17 \times 10^3 \quad \text{Н,}$

відцентрова сила: $F_v := g \cdot v_2 \quad F_v = 0.191 \quad \text{Н,}$

від провисання ланцюга:

для ланцюга розміщеного під кутом до горизонту приймаємо коефіцієнт провисання:

$$k_f := 3$$

$$F_f := 9.81 \cdot k_f \cdot g \cdot a_0 \cdot 10^{-3} \quad F_f = 2.302 \quad \text{Н.}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності:

$$s := \frac{Q}{k_g \cdot F_t + F_v + F_f} \quad s := 8.2$$

Нормативний коефіцієнт запасу міцності [5] $IsI := 7.1$

Умова $s > IsI$ виконується.

4. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ ТІСТА В ЗАЗОРІ МІЖ ВАЛКАМИ, ЩО ОБЕРТАЮТЬСЯ, ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ПРИ РОЗКАТУВАННІ ТІСТА

Сучасні тенденції розвитку виробництва борошняних виробів вимагають розробок скерованих на ефективне використання вітчизняної сировини, розробку і впровадження енерго-, ресурсозберігаючих та безвідходних технологій, високоефективної техніки, створення харчових продуктів нового покоління. Для розробки тістоформуального обладнання і реалізації на ньому більш досконалої технології необхідно науково - обґрунтована методика розрахунку робочих процесів, що протікають в машинах, з урахуванням реологічних властивостей і поведінки оброблюваного напівфабрикату.

4.1. Реологічні властивості листового тіста, як неньютонівської рідини

Численні дослідження [1, 2, 3] показують, що багато харчових мас, в тому числі і пшеничне тісто, відносяться до неньютонівських рідин, деформаційну поведінку яких можна приблизно описати по певним законом, і обов'язково необхідно враховувати при механічній обробці тіста для отримання якісної продукції

У результаті дослідження [4] для тіста після замісу, тіста листового на маргарині після I-ого, II-ого, III-ого і IV-ого розкочування, тіста листового без маргарину (після IV-ого розкочування) і тіста листового несправжнього (тісто з маргарином, змішаним рівномірно по всій масі) були отримані криві течії листового тіста після замісу при різній вологості наведені на рис. 3.1.

Підтверджено, що листкове тісто відноситься до не ньютонівської псевдопластичної рідини рідин і реологічна модель може бути описана ступеневим законом Оствальда де Вільє.

Реологічні рівняння для досліджуваних видів тесту мають вигляд:

- для тіста після замісу:

$$\tau = 1,82 \cdot 10^3 \cdot \gamma^{0,3} \text{ ,Н/м}^2 \quad (4.1)$$

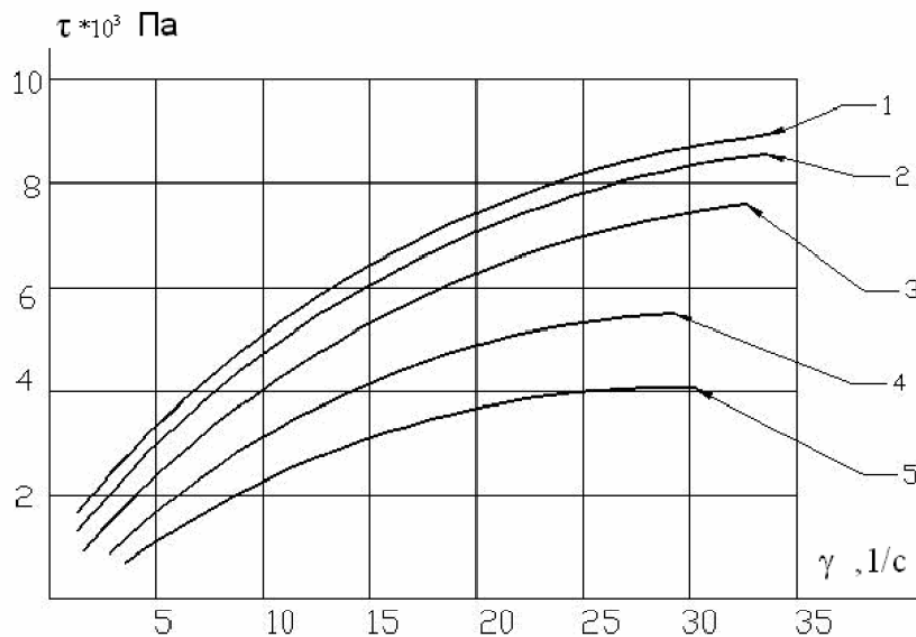


Рисунок 4.1. - Криві течії тіста після замісу при різній вологості:

1 – 32,2%; 2 – 35%; 3- 36,4%; 4 – 38,3%; 5 – 40,3%.

- для тіста листкового без маргарину:

$$\tau = 2,72 \cdot 10^3 \cdot \gamma^{0,36} \text{ ,Н/м}^2 \quad (4.2)$$

- для тіста листкового на маргарині:

$$\tau = 1,65 \cdot 10^3 \cdot \gamma^{0,26} \text{ ,Н/м}^2 \quad (4.3)$$

- для тесту листкового несправжнього:

$$\tau = 1,5 \cdot 10^3 \cdot \gamma^{0,24} \text{ ,Н/м}^2 \quad (4.4)$$

де τ напруження зсуву.

У результаті дослідження впливу температури [4] на реологічні константи тіста μ і m в інтервалі температур від 16 до 20⁰С встановлено

можливість застосування ступеневого закону при даних температурах. Реологічна константа m залишається постійною, в той же час константа μ (отже в'язкість) зменшується, що пояснюється зменшенням внутрішньомолекулярної та міжмолекулярної взаємодії частинок тісту, а також розм'якшення і часткове розрідження жирового прошарку.

Залежність $\mu = f(t)$ можна представити рівнянням виду

$$\mu = a - b \cdot t, \text{ Н/м}^2 \quad (4.5)$$

де a і b - емпіричні коефіцієнти:

для тіста після замісу $a = 5730 \text{ Н/м}^2$, $b = 208 \text{ Н/м}^2\text{град}$.;

для тіста листового без маргарину $a = 7830 \text{ Н/м}^2$, $b = 286 \text{ Н/м}^2\text{град}$.

Рівняння ступеневого закону з урахуванням температури листового тіста можуть бути представлені у вигляді:

$$\tau = (a - b \cdot t) \cdot \gamma^m, \text{ Н/м}^2 \quad (4.6)$$

$$\eta = (a - b \cdot t) \cdot \gamma^{m-1}, \text{ Н}\cdot\text{с/м}^2 \quad (4.7)$$

де t - температура; m - показник ступеня, який вказує ступінь відхилення від ньютонівської рідини; a , b - коефіцієнти

4.2. Дослідження течії тіста в зазорі між валками, що обертаються.

Для опису течії неньютоновської рідини в зазорі обертових валків великий розвиток отримала гідродинамічна теорія в області переробки полімерних матеріалів і харчових мас, завдяки дослідженням Р.В. Торнер, Н.В. Тябіна, В.Н. Красовського, Р.Г. Мірзоєва, В.В. Богданова, Мак-Келві, У.Л. Уїлкінсона, О. Г. Луніна, Ю. А. Мачихина, С.А. Мачихина, В.А.Арета, В. А. Панфілова та ін.

Листкове тісто також може бути віднесено до псевдопластичних тіл, течія яких описується ступеневим законом Оствальда [2]. На підставі цього для опису процесу розкочування тіста в зазорі між валками використовують

гідродинамічну теорію каландрування псевдопластичної рідини, яка дозволяє встановити кількісні залежності між геометричними характеристиками робочого простору (зазору), властивостями матеріалу та режимом обробки [4].

Розглянемо деформування неньютоновської псевдопластичної рідини між валками, радіуса R , довжиною L , що обертаються з однакою кутовою швидкістю ω (рис 4.2., 4.3.)

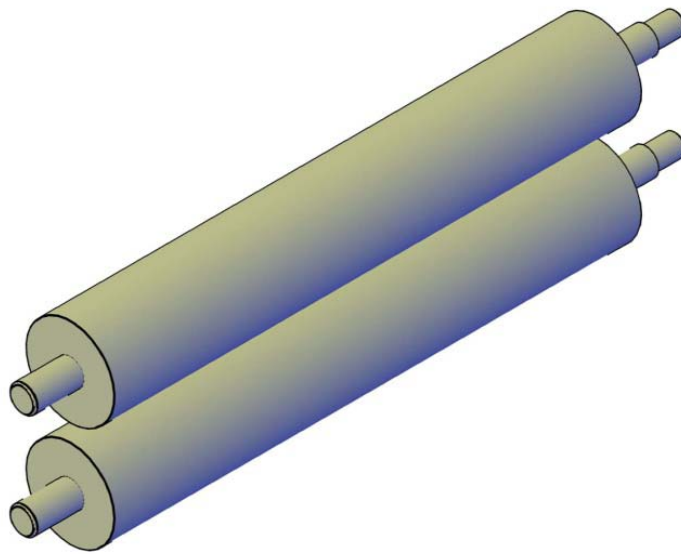


Рисунок 4.2. – 3-D модель розкатувальних валків

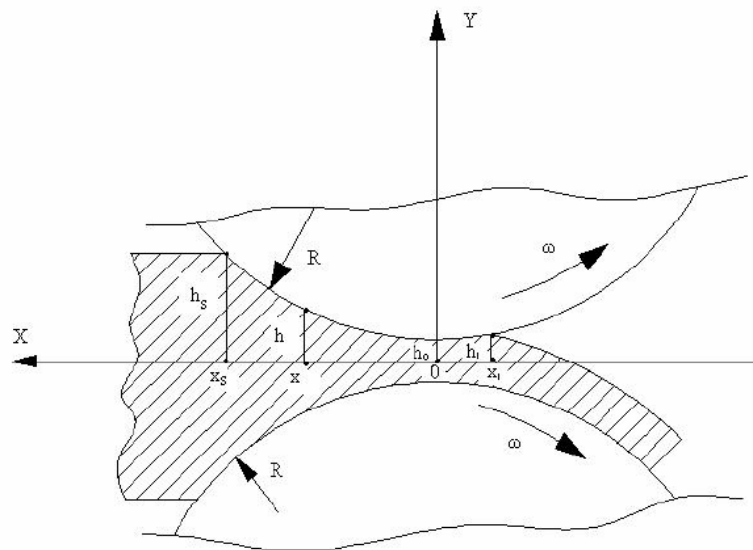


Рисунок 4.3 - Схема розкатування тіста між обертовими валками

Введемо умовні позначення:

μ, m - реологічні константи матеріалу;

h_0 - зазор між валками;

h_1, h - половина зазору на виході матеріалу і змінного зазору;

x_1, x - відповідні абсциси;

x_s - абсциса, що характеризує кількість завантаженого матеріалу;

H_s - товщина пласта;

Δh - відносне обтиснення тіста в зазорі валків;

P_{\max} - питомий тиск тіста на валок;

P - розпірне зусилля між валками;

M - крутний момент;

$N_{\text{кор}}$ - корисна потужність.

Позначимо через $U(x, y)$ - складову швидкості уздовж осі OX , через V - складову швидкості уздовж осі OY , через P - тиск. Загальна задача гідродинаміки в'язкої нестисливої рідини зводиться до вирішення системи диференціальних рівнянь, в яку входять: рівняння нерозривності, рівняння руху, рівняння енергії, реологічне рівняння.

Прийmemo наступні припущення: процес усталений, ізотермічний, матеріал не стискуваний і прилипає до поверхні валків. Вважаємо,

$U \gg V, \frac{\partial U}{\partial x} \ll \frac{\partial U}{\partial y}$ і знехтуємо інерційними членами рівнянь у порівнянні з

в'язкими, то основні рівняння приймуть вигляд:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} = 0 \quad (4.8)$$

$$\frac{\partial \tau}{\partial y} = \frac{\partial P}{\partial y} \quad (4.9)$$

$$\tau = \mu \cdot \frac{\partial U}{\partial y} \left| \frac{\partial U}{\partial y} \right|^{m-1} \quad (4.10)$$

Останнє рівняння є модульним записом степеневого закону Оствальда, в якому знак дотичних напружень відповідає знаку швидкостей зсуву.

Записана система рівнянь вирішується при наступних граничних умовах:

$$\text{при } y = 0, V = 0, \frac{\partial U}{\partial y} = 0; \text{ (симетрія потоку);}$$

$$\text{при } y = h, U = \omega \cdot R; \text{ (умови налипання тіста на валки);}$$

$$\text{при } x = x_1, P = 0;$$

$$\text{при } x = x_S, P = 0;$$

З врахуванням вищенаведених допущень, рівняння руху можна записати в наступному вигляді:

$$\mu \cdot \frac{\partial}{\partial} \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right)^m = \frac{dP}{dx}. \quad (4.11)$$

Після інтегрування рівняння 1.8, з урахуванням граничних умов, отримаємо рівняння швидкості в будь-якій точці потоку:

$$U = \frac{m}{m+1} \left(\frac{1}{\mu} \cdot \frac{dP}{dx} \right)^{1/m} \left(y^{\frac{m+1}{m}} - h^{\frac{m+1}{m}} \right) - \omega \cdot R. \quad (4.12)$$

Вважаємо, що процес обробки (розкочування тіста) закінчується там, де:

$$\left. \frac{dP}{dX} \right|_{X=-X_S} = 0. \quad (4.13)$$

Тоді витрата на виході дорівнює:

$$Q = \int_{-h}^{+h} U \cdot dy = \omega \cdot R \cdot h_2. \quad (4.14)$$

Внаслідок нестискуваності потоку витрата в будь-якому перетині однакова:

$$Q = \int_{-h}^{+h} \left[\frac{m}{m+1} \left(\frac{1}{\mu} \cdot \frac{dP}{dx} \right)^{1/m} \left(y^{\frac{m+1}{m}} - h^{\frac{m+1}{m}} \right) - \omega \cdot R \right] dy. \quad (4.15)$$

Після інтегрування одержуємо:

$$Q = \frac{m}{m+1} \left(\frac{1}{\mu} \cdot \frac{dP}{dx} \right)^{1/m} \cdot h^{\frac{m+1}{m}} + \omega \cdot R \cdot h. \quad (4.16)$$

Розв'язуючи спільно рівняння (4.11) і (4.13), знаходимо градієнт тиску

$\frac{dP}{dx}$:

$$\frac{dP}{dx} = \mu \cdot \left(\frac{2m+1}{m} \right)^m \cdot \omega^m \cdot R^m \cdot \frac{(h_1 - h) \cdot |h_1 - h|^{m-1}}{h^{2m+1}}. \quad (4.17)$$

Інтегруючи (3.17) в межах від $-x_1$ до $+x_1$ (тобто по довжині зони контакту матеріалу з валком), отримаємо вираз для питомого тиску матеріалу на валок:

$$P_{\max} = \mu \cdot \left(\frac{2m+1}{m} \right)^m \cdot \omega^m \cdot R^m \cdot \int_{-x_1}^{x_1} \frac{(h_1 - h) \cdot |h_1 - h|^{m-1}}{h^{2m+1}} dx, \text{ Н/м}^2 \quad (4.18)$$

Інтегрування рівняння 3.17 в межах від $-x_1$ до x_s дає вираз для розпірного зусилля:

$$P = \mu \cdot \left(\frac{2m+1}{m} \right)^m \cdot \omega^m \cdot R^m \cdot \int_{-x_1}^{x_s} \int_{-x_1}^{x_1} \frac{(h_1 - h) \cdot |h_1 - h|^{m-1}}{h^{2m+1}} dx \cdot dx, \text{ Н} \quad (3.19)$$

Напруження від сил в'язкості тертя, яке визначається з рівняння 4.10 при $y=h$ буде:

$$\tau = \frac{dP}{dx} \cdot h, \text{ Н/м}^2 \quad (4.20)$$

Сила тертя, що припадає на одиницю довжини валка:

$$F = \int_{-x_1}^{x_2} \left| \frac{dP}{dx} \cdot h \right| \cdot dx, \text{ Н} \quad (4.21)$$

Сумарний корисний момент опору:

$$M_{кор} = \mu \cdot \left(\frac{2m+1}{m} \right)^m \cdot \omega^m \cdot R^m \cdot L \cdot \int_{-x_1}^{x_2} \frac{(h_1 - h) \cdot |h_1 - h|^{m-1}}{h^{2m+1}} dx, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.22)$$

Корисна потужність:

$$N_{кор} = M_{кор} \cdot \omega, \text{ Вт} \quad (4.23)$$

4.3. Аналіз отриманих результатів та рекомендації по їх використанню

4.3.1. Аналіз впливу реологічних характеристик продукту та технологічних факторів на розкочування тіста між валками, що обертаються.

Процес розкочування тіста на валкових машинах має ряд особливостей, зумовлених як конструктивним виконанням робочих органів, режимом обробки, так і властивостями тіста.

Теоретичними дослідженнями п.4.1. було встановлено залежності для визначення тиску тіста на валок P_{\max} , розпірного зусилля між валками P , крутного моменту M і корисної потужності $N_{\text{кор}}$. Ці величини залежать від наступних факторів: кутової швидкості валків ω , зазору між валками H_0 , робочої довжини валків L , величини відносного обтиску тесту між валками Δh , виду тіста - листового на маргарині (СМ) і без маргарину (СБМ), температури тіста t , реологічних характеристик тесту μ і m .

Відомо [4], що зі зменшенням зазору H_0 від 20 до 3 мм розпірне зусилля P збільшується: для листового тіста на маргарині в 2 рази (від $6,8 \cdot 10^2$ до $3,4 \cdot 10^2$ Н/м), а без маргарину в 1,8 рази (від $7 \cdot 10^2$ до $12,6 \cdot 10^2$ Н/м), що є наслідком збільшення градієнта швидкості зсуву γ при зменшенні зазору H_0 і зростанням величини напруги зсуву. Значення P для тіста (СМ) менше, ніж (СБМ) (приблизно в 1,8 рази), що пов'язано з наявністю жирового прошарку, що знижує в'язкість тіста, про що можна судити по величині константи μ (для тіста листового на маргарині $\mu = 1,65 \cdot 10^3$ Н·с/м², а без маргарину $\mu = 2,72 \cdot 10^3$ Н·с/м²).

З підвищенням температури тіста значення силових параметрів знижуються: для тіста СМ величина P зменшується в 1,7 рази (від $6,0 \cdot 10^2$ до $3,4 \cdot 10^2$ Н/м); P_{\max} в 1,5 рази (від $0,18 \cdot 10^5$ до $0,12 \cdot 10^5$ Н / м²), що пояснюється зменшенням реологічної константи μ . Величина «індексу течії» m в діапазоні температур от 16 до 20⁰С практично не змінюється [4].

4.3.2. Аналіз впливу конструктивних особливостей та механічних характеристик вальцевої пари на розкочування тіста

Аналіз залежності P від H_0 дозволяє представити її у вигляді рівняння:

$$P = \frac{a}{H_0^m}, \quad (4.24)$$

де a - коефіцієнт, що залежить від виду тіста;

m - індекс течії тесту.

Для тіста СМ $m_1 = 0,26$, $a_1 = 91,3$,

для тіста СБМ $m_2 = 0,36$, $a_2 = 169,2$.

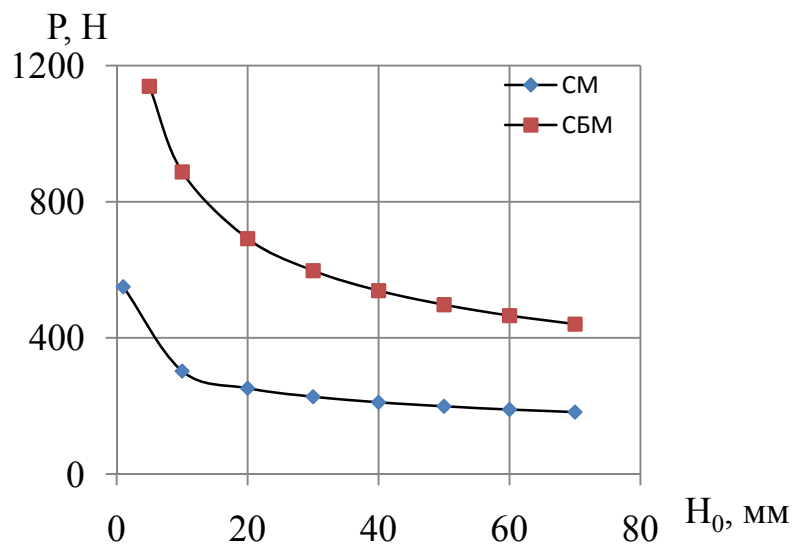


Рисунок 4.4 - Залежність розпірного зусилля P від зазору між валками

H_0

Залежності розпірного зусилля $P = f(\Delta h)$ и корисної потужності $N_{\text{кор}} = f(\Delta h)$:

Зі збільшенням кутової швидкості валків ω збільшується швидкість зсуву і напруга зсуву τ , що призводить до зростання величин питомого тиску P_{max} , розпірного зусилля P і корисної потужності $N_{\text{кор}}$.

У конкретних виробничих умовах під час виробництва листкового тіста на машині для розкатування тіста МНРТ-130/600, її конструктивні параметри не змінюються. Для зручності контролювання якості продукції та витрати потужності під час виробничого процесу залежності питомого тиску P_{max} , розпірного зусилля P і корисної потужності $N_{\text{кор}}$ можуть бути описані наступними емпіричними степеневими рівняннями:

$$P = C_1 \cdot \omega^m, \quad (4.25)$$

$$P_{\text{max}} = C_2 \cdot \omega^m \cdot l, \quad (4.26)$$

$$N = C_3 \cdot \omega^m \cdot l, \quad (4.27)$$

де C_1, C_2, C_3 - емпіричні коефіцієнти.

Для тіста листкового на маргарині [4]:

$$C_1 = 0,143, C_2 = 40,1, C_3 = 70,3;$$

для тіста листкового без маргарину:

$$C_1 = 0,202, C_2 = 66,0, C_3 = 101,7.$$

Розрахунки за формулами (4.25), (4.26), (4.27) для машини для розкатування тіста МНРТ130/600, у якої довжина розкатувальних валків становить 600мм представлені на рис. 4.5, 4.6., 4.7.

Зі збільшенням товщини шару (величини відносного обтискання Δh) має місце збільшення P і $N_{\text{кор}}$, причому $N_{\text{кор}}$ зростає значно різкіше, ніж P , що

можна пояснити додатковою витратою потужності на подолання сил в'язкого тертя в процесі розкочування (рис. 4.5)

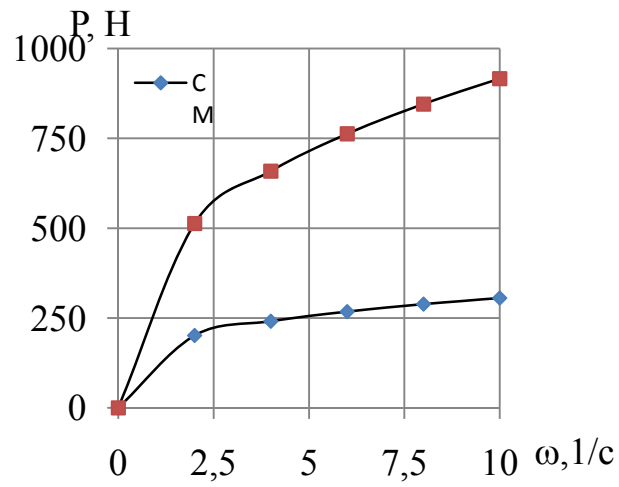


Рисунок 4.5. - Залежність розпірного зусилля P від швидкості обертання розкатувальних валків

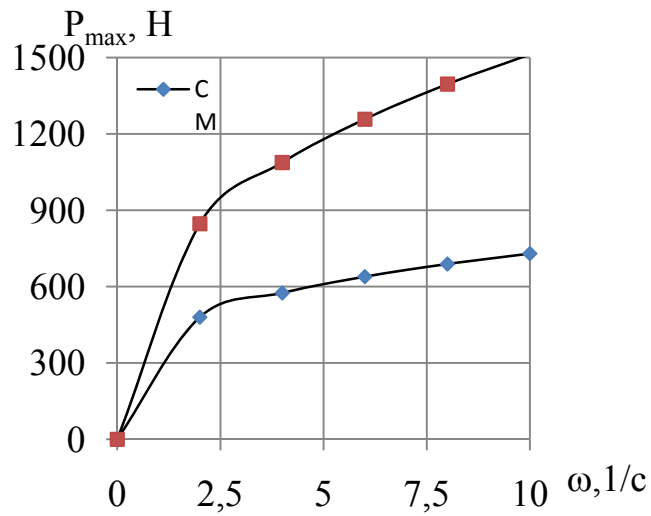


Рисунок 4.6. - Залежність питомого тиску P_{max} від швидкості обертання валків

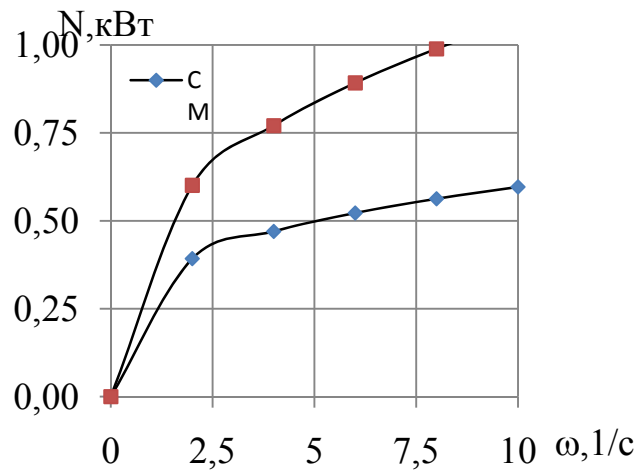


Рисунок 4.7 - Залежність корисної потужності N від швидкості обертання валків

Залежності $P = f(\Delta h)$ и $N_{\text{пол.}} = f(\Delta h)$ можуть бути описані наступними рівняннями:

$$P = 5,138 - 0,0025 \cdot \Delta h + 0,0006 \cdot \Delta h^2, \quad (4.28)$$

$$N_{\text{кор.}} = 280,426 - 8,213 \cdot \Delta h + 0,079 \cdot \Delta h^2, \quad (4.29)$$

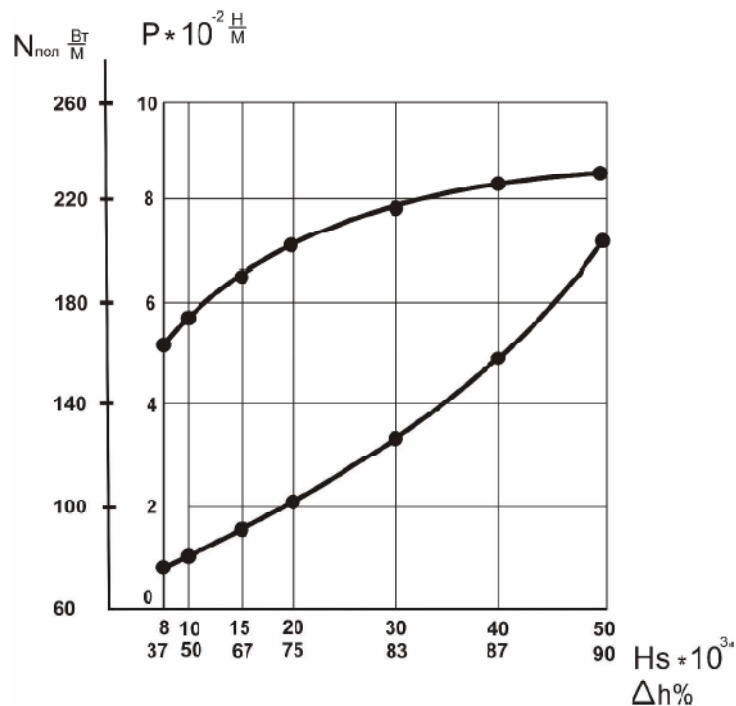


Рисунок 4.8. - Вплив товщини шару H_s відносного обтискання Δh на величину розпірного зусилля P і корисну потужність $N_{\text{кор.}}$.

4.3.3. Рекомендації по використанню отриманих результатів

Виробництво якісної продукції, забезпечення безперебійної й ефективної роботи машини для розкатування тіста МНРТ-130/600, досягнення заданої продуктивності при дотриманні якісних показників готової продукції передбачає правильно, чітку і надійну роботу її вузлів, узгодження конструктивних параметрів машини з властивостями оброблюваного продукту.

Дослідження течії тіста в зазорі валків, що обертаються, на машині для розкатування тіста МНРТ-130/600 зі створенням 3D моделі розкатувальних валків, аналіз призначення, будови та роботи машини, дозволило встановити вплив реологічних характеристик продукту та технологічних факторів на процес розкочування, а також вплив конструктивних особливостей та механічних характеристик вальцевої пари на потужність при розкочування листового тіста на машині МНРТ-130/600.

Наведені в роботі рівняння встановлюють питомі значення P і $N_{кор}$, тобто віднесені до 1 м довжини вальців, їх можна використовувати для різних вальцевих машин для аналогічних технологічних операцій.

Одержані результати можуть бути використані при проведенні процесів розкатування тіста на підприємствах, де використовується аналогічне обладнання.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

Загальні вимоги

На підприємствах по виробництву хлібобулочних виробів слід суворо дотримуватися загальних та галузевих норм та правил техніки безпеки. На підприємствах по техніці безпеки проводяться: ввідний інструктаж, інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж, курсове навчання. Проходження інструктажу реєструють в журналі.

Борошняний пи́л при певних умовах може створити небезпеку загоряння і вибуху. Для пи́лу борошняного температура загоряння (іскріння і спалахи) коливається в межах 315—725 °С, а температура запалення 600—800 °С. Можливість вибуху пи́лу повинна бути відвернена виконанням профілактичних заходів. Насамперед не можна допускати запиленості повітря і скупчення пи́лу. Для цього необхідно забезпечити справну роботу аспірації всіх джерел утворення пи́лу, правильний і своєчасний нагляд за устаткуванням.

Для переносного освітлення в складі сировини треба використовувати електричні лампи напругою 12—36 В в герметичному виконанні зі скляним ковпаком і металевією сіткою, з живленням від трансформаторів у герметичному виконанні. Опускати електролампочки в бункери, силоси не дозволяється. Мастильні й обтиральні матеріали необхідно зберігати в спеціальних залізних шухлядах на відведених місцях.

Велику небезпеку має статична електрика, що, накопичуючись на металевих частинах устаткування в процесі переміщення і просіювання борошна, а також на вставках з органічного скла, може утворювати поля високої напруги (до 50000 В). Тому все устаткування необхідно заземлювати. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека.

Захисне заземлення, занулення”.

Важливим заходом, що запобігає нагромадження статичної електрики, є підтримка у виробничому приміщенні вологості повітря, рівної 70%. Тому поряд з контролем запиленості повітря необхідно регулярно визначати вологість повітря і, якщо є можливість, зволожувати його.

Заходи безпеки при експлуатації машини для розкочування тіста МНРТ-130/600.

1. При монтажу та експлуатації машини необхідно дотримуватися загальних правил техніки безпеки устаткування для підприємств торгівлі і суспільного харчування.

До обслуговування машини допускаються особи, які не молодші 18 років, які вивчили будову і принцип роботи машини, та пройшли інструктаж і освоїли безпечні прийоми роботи. Персонал, що обслуговує машину, повинен володіти безпечними методами роботи і дотримуватися запобіжних заходів. Робітники, які обслуговують машину для розкочування тіста, повинні дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку. Згідно галузевих норм робітникам видається спецодяг. Заміна робітника може бути зроблена лише майстром і тільки на робітника, який пройшов інструктаж і практичне навчання з техніки безпеки.

2. Робоче місце машини повинне бути освітлене (не менш 60 Люкс) і постійно утримуватися в чистоті і порядку.

3. При проведенні монтажних, ремонтних та налагоджувальних робіт використовувати інструмент і пристрої слід тільки по призначенню.

4. Машина слід підключати до мережі змінного трьохфазного струму з заземленою нейтраллю.

5. Провід заземлення необхідно надійно закріпити на корпусі машини.

6. Під час пусконаладжувальних робіт:

- на конвеєрах машини не повинні знаходитися сторонні предмети;
- огороження машини повинні бути надійно закріплені;

– при мимовільній зупинці машини під час виконання робочого циклу необхідно установити важіль ручного керування в нейтральне положення, збільшити зазор між розкочувальними, валками і виключити машину.

Забороняється залишати машину після роботи включеною. Сигнальна лампочка не повинна світитися. При обслуговуванні машини для розкочування тіста характерні такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори: небезпечні – деталі привода, конвеєрів і міжвальцевих передач, які обертаються, падіння вальців при їх заміні, підвищена напруга електричного струму, статична електрика; шкідливі – підвищений шум.

Характерні травми можуть виникати через обслуговування машини на ходу в результаті захвату рук, одягу деталями і валками, що обертаються, падіння валків через невикористання засобів механізації при їх заміні. При нещасному випадку робочий повинен вміти надати першу допомогу.

Електропроводка не повинна мати порушень ізоляції, а місця підключення повинні бути ретельно ізольовані.

Важливе місце в безпечній роботі приділяється пристроям для пуску і зупинки машин. Вони повинні бути надійними, легкодоступними для користування з робочого місця, добре помітними і не вимагати великих зусиль. Найбільше зручне кнопочке керування.

5.2. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Оцінка стійкості роботи харчових підприємств в надзвичайних ситуаціях

Згідно Кодексу цивільного захисту України від 02.10.2012р. громадяни України мають право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха. Держава як гарант цього права створює систему цивільного захисту, яка повинна захистити населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру. Цивільний захист України є державною системою органів управління силами і засобами, що створюються для організації забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

Оцінка рівня стійкості харчового підприємства проводиться робочими групами до яких залучають головних спеціалістів (головного інженера, головного технолога) під загальним керівництвом начальника ЦЗ об'єкта та штабу ЦЗ. В результаті оцінки стійкості підприємства у можливих надзвичайних ситуаціях розробляються необхідні науково обґрунтовані інженерно-технічні заходи. При оцінці стійкості об'єкта користуються відповідною нормативно-технічною документацією.

На підприємстві досліджують стан:

- технологічного процесу;
- верстатного та технологічного обладнання;
- будівель та споруд;
- управління виробництвом;
- підготовленості персоналу;
- забезпечення засобами захисту;

- матеріально-технічного постачання і транспорту;
- комунально-енергетичних мереж.

Основними завданнями оцінки стійкості харчового підприємства є визначення:

- стійкості будинків, споруд, технологічного та іншого устаткування, наземних і підземних комунікацій при дії на них факторів надзвичайних ситуацій, у т. ч. води, тиску повітряних потоків;
- стану пожежної безпеки будинків та споруд;
- умов постачання енергії, води, сировини, матеріалів та інструментів;
- можливості роботи об'єкту умовах радіоактивного, хімічного забруднення:
- величини можливих збитків, завданих при виникненні надзвичайних ситуацій, та величини відшкодувань, якщо причиною НС стало підприємство;
- можливості та доцільності відновлення об'єкту залежно від ступеня його руйнування.

Після проведення оцінки стійкості розробляються заходи, які необхідно провести на об'єкті з метою підвищення стійкості його роботи в умовах надзвичайних ситуацій. При розробці заходів виходять з результатів всебічного дослідження підприємства усіма групами фахівців. Заходи повинні бути максимально ефективними при мінімальних затратах, тому в першу чергу увагу звертають на найбільш уразливі місця об'єкта. Заходи щодо підвищення стійкості підприємства об'єднують у єдиний план удосконалення виробничого процесу, реконструкції та капітального ремонту.

5.2.2. Заходи знезараження споруд, техніки, предметів та спеціальна обробка людей

Забруднення радіоактивними та зараження отруйними і біологічно небезпечними речовинами під час відповідних надзвичайних ситуацій вимагає проведення комплексу робіт щодо очищення споруд, техніки, товарів, у т.ч. харчових продуктів, обробки засобів індивідуального захисту, що використовувалися під час ліквідації наслідків аварії. Знезараження проводиться в такій послідовності:

- знезараження території об'єкту;
- знезараження будинків та приміщень;
- знезараження тари, технологічного устаткування, посуду;
- знезараження продовольчих товарів, води та непродовольчих товарів.

Для знезараження використовуються технічні засоби для миття та видалення бруду з поверхні предметів, а також для видалення верхнього забрудненого шару, а саме:

- поливо-мийні машини, обприскувачі, пожежні машини;
- бульдозери, грейдери, спеціальні дорожні машини;
- гідропульти;
- ручні обприскувачі;
- пілососи, щітки, скребки та ін.

Залежно від виду небезпечних речовин, які потрібно видалити та нейтралізувати, знезараження поділяється на дезактивацію, дезінфекцію та дегазацію.

Дезактивація - видалення радіоактивних речовин. Дезактивацію проводять, знімаючи верхній забруднений шар поверхні, змітаючи забруднення (при цьому доцільно використовувати пілососи), змиваючи радіоактивні речовини. Для підвищення ефективності змивання

використовують кислоти, луги, фосфат натрію, трилон Б, шавлеву та лимонну кислоти, солі цих кислот, аміачну воду (20-24%), водні розчини мила (50 г мила на 10 л води), водні розчини (0,3%) синтетичних миючих засобів (пральні порошки). Територію з твердим покриттям дезактивують, змитаючи попередньо зволожений радіоактивний пил, після цього миють, як правило, застосовуючи спеціальну техніку.

Радіоактивний пил та забруднена вода повинні підлягати переробці на спеціальних комбінатах та подальшому захороненню. Територію без твердого покриття дезактивують шляхом видалення верхнього шару ґрунту товщиною 5-10 см. а взимку верхнього шару снігу 5-20 см. Зрізаний ґрунт чи сніг відвозять в спеціально відведені місця для захоронення. Дезактивацію зовнішніх стін будинків та дахів проводять змиваючи радіоактивний пил водою або спеціальними розчинами. Для дезактивації внутрішніх приміщень застосовують пилососи, проводять вологе прибирання тощо.

Дегазація — видалення та нейтралізація отруйних та сильнодіючих отруйних речовин. Територію з твердим покриттям дегазують сухим хлорним вапном, згодом поливаючи його водою, ґрунтові площадки після застосування хлорного вапна (0,2-0,3 кг/м²) переконують на глибину 3-5 см або засинають шаром ґрунту 8-10 см. Зимою знімають верхній шар снігу товщиною 5-20 см. Зовнішню поверхню будинків і споруд дегазують водою або дегазуючим розчином, внутрішні приміщення - шляхом розбризкування дегазуючих розчинів з наступним миттям водою і провітрюванням. Знезараження транспортних засобів і техніки проводиться на станціях знезараження транспорту, які, переважно, організуються на базі підприємств автосервісу.

З предметів отруйні речовини видаляють тампонами, змоченими в дегазуючих розчинах. Деколи для дегазації використовують відкритий вогонь.

Для дегазації дрібних металевих предметів застосовують кип'ятіння протягом 30-40 хвилин.

Дегазація може проводитись хімічним або механічним способом. Хімічний спосіб передбачає застосування дегазуючих розчинів, механічний - зрізання і видалення верхнього зараженого шару. До дегазуючих речовин відносяться хімічні сполуки, які вступають в реакцію з отруйними речовинами і перетворюють їх в нетоксичні сполуки. Для дегазації застосовують речовини окислювально-хлоруючої дії (гіпохлориди, хлораміни) і лужні (їдкі луги, соду, аміак, солі амонію тощо), а також такі спеціальні розчини як: дегазуючий розчин № 1, що містить 5% розчину гексахлормеламіну або 10% розчину діхлораміну в діхлоретані, він призначений для дегазації бойових отруйних речовин (БОР) типу іприт і V-газів; дегазуючий розчин № 2 — водний розчин 2% їдкого натру, 5% моноетаноламіну та 20% аміаку і призначений для дегазації БОР тину зоман.

Дезінфекція — знищення хвороботворних мікробів та нейтралізація токсинів.

Дезінфекцію проводять хімічним, фізичним, механічним або комбінованим способом.

Хімічний спосіб передбачає застосування спеціальних дезінфікуючих речовин, що знищують хвороботворні мікроорганізми і руйнують біотоксини.

Для дезінфекції, а також часто і для дегазації, застосовують такі речовини та їх розчини: хлорне вапно; водний розчин хлорного вапна; їдкий натр (каустична сода); водний розчин їдкого натру (10%); формальдегід (35-40% водний розчин); перекис водню; спеціальні препарати.

Фізичний спосіб дезінфекції використовується переважно для невеликих предметів, білизни, посуду. Він передбачає застосування тривалої дії високих температур (кип'ятіння, нагрівання в автоклаві, використання перегрітої пари, відкритого вогню тощо) з метою знищення мікроорганізмів та руйнування токсинів.

Механічний спосіб передбачає видалення мікроорганізмів та токсинів разом з верхнім шаром предметів або їх миття. Цей спосіб потребує утилізації забруднених речовин і води.

Територію, будинки дезінфікують 20%-м розчином хлорного вапна та іншими дезінфікуючими речовинами; устаткування та інвентар обробляють 6%-м розчином перекису водню; металевий інвентар та посуд - кип'ятять в 2%-му розчині кальцинованої соди протягом 1,5 год. після чого промивають водою.

Санітарна обробка передбачає комплекс заходів щодо знезараження населення та особового складу формувань цивільного захисту від радіоактивних, отруйних речовин та хвороботворних мікроорганізмів.

За правилами проводять повну та часткову санітарну обробку.

Часткова санітарна обробка передбачає механічне очищення, миття та обробку відкритих ділянок шкіри, зовнішніх поверхонь одягу, взуття, засобів індивідуального захисту засобами, що входять до індивідуальних протихімічних пакетів. Як правило, часткову обробку проводять у зонах зараження та забруднення.

При повній санітарній обробці, крім загального знезараження і миття тіла, замінюється одяг і білизна.

Санітарна обробка особового складу формувань та населення проводиться в санітарно-обмивних пунктах, що, як правило, формуються на базі бань, санперепускників, душових, можливе влаштування тимчасових пунктів в польових умовах.

Взуття, одяг, білизну та засоби захисту обробляють у відділеннях знезараження. Станції знезараження одягу влаштовують на базі хімчисток, побутових комбінатів, а деколи підприємств, що мають печі та автоклави.

Для перевірки якості дезінфекції проводять бактеріологічні дослідження.

ВИСНОВКИ

Модернізація машини для розкачування тіста МНРТ-130/600 дозволить покращити якість отриманого листового тіста, і відповідно, покращити якість кінцевої продукції. Виробництво якісної продукції, забезпечення безперебійної й ефективної роботи машини для розкатування тіста МНРТ-130/600, досягнення заданої продуктивності при дотриманні якісних показників готової продукції передбачає правильно, чітку і надійну роботу її вузлів, узгодження конструктивних параметрів машини з властивостями оброблюваного продукту.

Дослідження течії тіста в між валковому просторі на машині для розкачування тіста МНРТ-130/600 дозволило встановити вплив реологічних властивостей оброблюваного продукту та різних факторів на процес розкачування та залежність потужності при розкачування від конструктивних особливостей та механічних характеристик валкової пари

В роботі встановлено залежність механічної обробки тіста між валками, що обертаються від реологічних властивостей та складу оброблюваного продукту; встановлено, що якість і продуктивність обробки тіста також залежить від робочої поверхні валків; запропоновано встановлення на робочу поверхню валків, що обертаються, знімних насадок з харчового пластику або силікону для зменшує прилипання тіста до робочої поверхні. Це дозволяє зменшити витрату потужності на процес розкатування, зменшити матеріалоємність машини і продовжити термін служби валків, збільшити продуктивність, покращити якість обробки тіста, розширити асортимент продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андреев А.Н. Применение реологии в разработке ресурсосберегающей технологии и оборудования для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Андреев А.Н. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств».- №1, 2010. – С. 3 (12с)
2. Андреев А.Н. Выбор реологической модели пресного слоеного теста / Андреев А.Н. // Проблемы оборудования в торговле и общественном питании: Внутривуз. Сб. научн. тр. - Л.: ЛИСТ, 1976, - вып. 58.- С.5-8
3. Арет В.А. Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов / Арет В.А., Николаев Б.Л., Забровский Г.П., Николаев Л.К. - СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – 435 с.
4. Арет В.А. Формование конфетных масс выдавливанием / Мачихин Ю.А.. - М.: МТИПП, 1969. - 35 с.
5. Габидулин В. М. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2012 . / Габидулин В. М. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 240с.
6. Дробот В.И. Справочник инженера-технолога хлебопекарного производства . – К.: Урожай, 1990. – 280с.
7. Закалов О.В. Обладнання переробних та харчових підприємств]/ Закалов О.В. – Тернопіль, 2001. – 347с.
8. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование и пути его совершенствования./ Лисовенко А.Т. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 208с.
9. Машина для раскатки теста. Тип МНРТ-130/600. Руководство по эксплуатации. – Харьковское производственное объединение “Завод имени Малышева”, 1989. – 63с.
10. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.

11. Рекославский В.В. Модернизация оборудования хлебозаводов ./ Рекославский В.В., Георгиади Г.Г. – К.: Урожай, 1987. – 119с.
12. Гришин А.С. Современное хлебопекарное производство/ А. С. Гришин, Т. Н. Ильинская, Г.С. Зельман. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 192с.
13. Сигал М.Н. Оборудование предприятий хлебопекарской промышленности/ М.Н.Сигал, А.В. Володарський, В.Д.Тропп. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 248с.
14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой та Р.К. Мешерякова. –М.: Машиностроение, 1985. -656с.
15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой та Р.К. Мешерякова. –М.: Машиностроение, 1985. -496с.
16. Трушина С.М. Оборудование для производства мучных кондитерских изделий/ С.М Трушина, А.И Драгилев – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 248с.
17. Оборудование для кондитерской промышленности. / Ю.В. Бурляй, Ю.А. Дагаев, Ю.Д. Кобинек. – К.: Техніка, 1981. – 175с.