

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ ННІТІ _____
Кафедра Машин і апаратів харчових ті фармацевтичних виробництв _____
Освітній ступінь _____ Магістр _____
Спеціальність _____ 133 Галузеве машинобудування _____
(код і назва)
Освітньо-професійна програма _____ Інжиніринг харчових виробництв _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Олександр Гавва

“ _____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Медведя Володимира Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Дослідження процесу приготування пшеничного тіста з метою створення комплексу обладнання продуктивністю 1300 кг/год.

керівник роботи Теличкун Володимир Іванович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01” листопада 2021 року №860кс

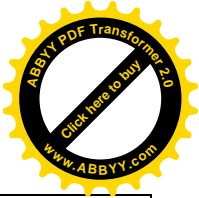
2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2022 р

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання; креслення обладнання; навчальна, нормативна, наукова та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація; Вступ; Аналіз процесу змішування та огляд існуючих конструкцій; Експериментальні установки та методики досліджень; ослідження зміни реологічних властивостей тіста під час змішування; Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі; Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини; Охорона праці та Охорона довкілля; Технологія машинобудування; Висновки; Список використаних джерел ; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

- Комплекс обладнання Загальний вигляд; Комбінований робочий орган дозувальна станція рідких компонентів; Розріз тістомісильної машини; Тістомісильна машина вигляд 3Д



6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобу дування	Ю.І.Бойко		

7. Дата видачі завдання 05.11.2022 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів	01.12.2021	Виконано
2	Вступ	03.12.2021	Виконано
3	Аналіз процесу замішування та огляд існуючих конструкцій	4.12.2021- 07.12.2021	Виконано
4	Експериментальні установки та методики досліджень	08.12.2021- 11.12.2021	Виконано
5	Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування	11.12.2021- 14.12.2021	Виконано
6	Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі	14.12.2021- 17.12.2021	Виконано
7	Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини	17.12.2021- 20.12.2021	Виконано
8	Охорона праці та Охорона довкілля	20.12.2021- 26.12.2021	Виконано
9	Технологія машинобудування	26.12.2021- 04.01.2021	Виконано
10	Висновок	21.01.2021- 22.01.2021	Виконано
11	Графічна частина: 5 аркушів	22.01.2021- 03.02.2021	Виконано
12	Подача ДП на кафедрі	05.02.2021	Виконано

Здобувач

(підпис)

Медвідь В.В.

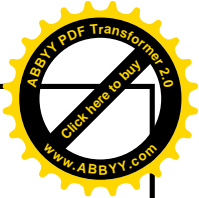
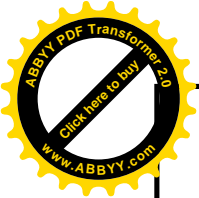
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Теличкун В.І.

(прізвище та ініціали)



ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....7

ВСТУП.....8

1. Аналіз процесу замішування та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.....10

1.1. Теоретичні основи процесу замішування тіста.....10

1.2. Математичне моделювання руху пшеничного тіста по циліндричній ємкості в процесі замішування.....13

1.3. Огляд існуючого обладнання для замішування тіста.....15

1.4. Аналіз робочих органів тістомісильних машинах безперервної дії. 24

2. Експериментальні установки та методики досліджень27

2.1. Процес замішування тіста як об’єкт досліджень.....27

2.2. Експериментальна установка для замішування тіста..... 27

2.3. Опис установки ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2.....28

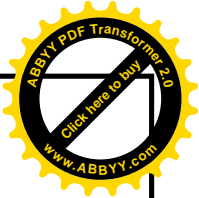
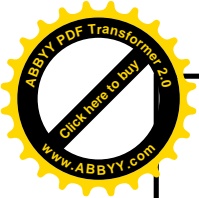
2.4. Методика визначень реологічних характеристик тіста на ротаційному віскозиметрі РЕОТЕСТ 2.....30

2.5. Введення поточних даних та опис дослідження на основі методичних рішень в програмному комплексі FlowVision, кулачкових робочих органів в процесі замішування31

3. Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.....36

3.1. Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час

замішування на базі установки РЕОТЕСТ 2..... 36					180243.ДП.17.000.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Медвідь В.В.				Зміст	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун В.І.						2	106
Керівник						НУХТ		
Н. Контр.						ОХ-2-5М		
Затверд.	Гавва О.М.							



3.2. Вплив робочих елементів на процес замішування пшеничного тіста.38

3.3. Імітаційне моделювання замішування тіста кулачковими робочими органами у програмному комплексі Flow Vision.....42

4. Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень.....49

4.1. Технічне обґрунтування проекту..... 49

4.2. Розроблення конструкції тістомісильної машини для 3-х стадійного замішування тіста.....51

4.3. Розрахункова частина.....52

4.3.1. Розрахунок продуктивності тістомісильної машини 52

4.3.2. Розрахунок геометричних параметрів машини.....53

4.3.3. Розрахунок апарату на міцність.....53

4.3.4. Розрахунок шнека.....53

4.3.5. Розрахунок кулачків.....55

4.3.6. Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини..... 56

4.3.7. Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів.....60

4.4. Монтаж та експлуатація тістомісильної машини.....60

4.4.1 Монтаж тістомісильної машини..... 60

4.4.2 Експлуатація тістомісильної машини..... 61

4.4.3 Ремонт тістомісильної машини.....62

5. Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини.....66

5.1. Розрахунок обсягу капітальних витрат.....67

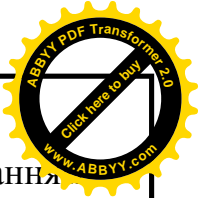
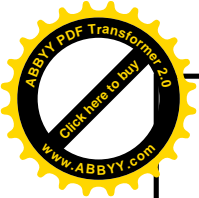
5.2. Розрахунок обсягу виробництва і реалізації продукції.....69

5.3. Розрахунок чисельності працюючих і фонду заробітної плати.....69

5.4. Розрахунок собівартості продукції.....70

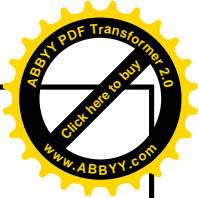
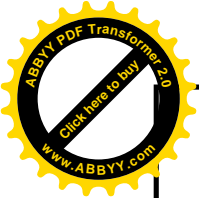
5.5. Визначення основних показників економічної ефективності..... 73

					<i>Зміст</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



5.6. Розрахунок доцільності капітальних вкладень з урахуванням дисконтування проекту протягом терміну його служби.....	74
6. Охорона праці та Охорона довкілля.....	77
7. Технологія машинобудування.....	94
7.1. Загальна інформація.....	94
7.2. Вибір вузла та аналіз характеристик виробу.....	94
ВИСНОВКИ.....	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	103
ДОДАТКИ.....	

					<i>Зміст</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Анотація

Літературний огляд показав недостатньо досліджені питання зміни властивостей тіста при замішуванні кулачковими робочими органами. Тому при виконанні магістерської роботи ми звернули увагу на зміну реологічних властивостей тіста під час замішування.

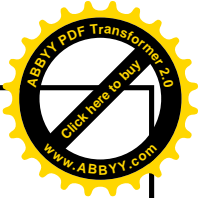
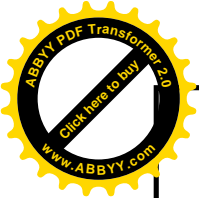
Описані та проведені дослідження на ротаційному віскозиметрі РЕОТЕСТ 2 з робочим елементом конус – пластина. Також створена тривимірна модель камери тістомісильної машини безперервної дії з кулачковим робочим органом і виконане моделювання процесу замішування тіста в програмному комплексі FlowVision.

На базі досліджень запропонована конструкція двовальної тістомісильної машини з комбінованим робочим органом. Данна машина інтенсифікує процес замішування тіста, чим підвищується його якість. Таким чином встановлення даної машини дозволяє комплексно механізувати та автоматизувати процес приготування тіста. Скоротити кількість обладнання в технологічній лінії, що призводить до скорочення виробничих площ та підвищує економічні показники роботи підприємства.

В магістерському проекті представлені також розділи по охороні праці, охорони довкілля та технологічний маршрут складання вузла тістомісильної машини.

Ключові слова: двовальна тістомісильна машина, ротаційний віскозиметр, реологічні властивості, робочий орган, кулачки

					<i>180243.ДП.17.000.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Медвідь В.В.</i>			<i>Анотація</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Теличкун В.І.</i>					5	106
Керівник						<i>ОХ-2-5М</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		<i>Гавва О.М.</i>						



Annotation

The literary review showed insufficiently researched issues of changing the properties of the dough when kneaded by cam operating organs. Therefore, when performing the master's work, we drew attention to changing the rheological properties of the dough during mixing.

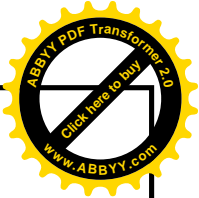
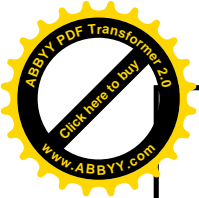
Described and carried out research on a rotating viscometer REETEST 2 with a working element cone - a plate. Also, a three-dimensional camera model of the dough machine of continuous action with a cam operating organ is created and a simulation of the dough mixing process in the FlowVision software system is performed.

On the basis of researches the design of a double dough machine with a combined working organ is offered. This machine intensifies the process of kneading the dough, which increases its quality. Thus, the installation of this machine allows to mechanically and automate the process of preparation of the dough. Reduce the amount of equipment in the production line, which reduces the production space and increases the economic performance of the enterprise.

The master's project also includes sections on labor protection, environmental protection and a technological route for assembling a knife for a dough machine.

Keywords: two-roll kneading machine, rotary viscometer, rheological properties, working body, cams

					<i>180243.ДП.08.000.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	<i>Медвідь В.В</i>				<i>Анотація</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	<i>Теличкун В.І.</i>						6	106
Керівник						<i>НУХТ</i>		
Н. Контр.						<i>ОХ-2-5М</i>		
Затверд.	<i>Гавва О.М.</i>							



ВСТУП

Хлібопекарська промисловість — найбільш розвинута галузь харчової промисловості України.

Хлібобулочні вироби займають важливе місце в харчовому раціоні населення. В зв'язку з цим ставиться задача більш повного задоволення потреб населення в цих продуктах, постійного підвищення їх якості, при цьому зробити мінімальними затрати сировини і енергії.

Вирішальне значення для підвищення ефективності виробництва і перш за все для росту продуктивності праці в хлібопекарській промисловості має впровадження нової техніки, сприяючої інтенсифікації технологічних процесів, скорочення тривалості виробничих циклів та зменшенню технологічних витрат сировини.

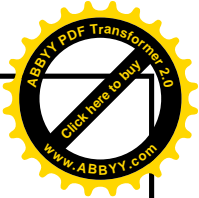
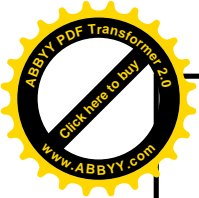
В даному напрямку перспективним є застосування нових тістомісильних машин з підвищеною інтенсивністю механічного впливу на тісто. Застосування таких машин на тістоприготувальних агрегатах робить їх більш компактними і дозволяє комплексно механізувати та автоматизувати процес приготування тіста, а також забезпечити можливість регулювання інтенсивності замісу та тривалості бродіння в залежності від властивостей борошна.

Специфіка процесів перемішування компонентів борошна, із рідкими компонентами, що містять у собі мікроорганізми (дріжджі, молочнокислі бактерії та інші) та активні ферменти. При замісі крім раціонального механічного впливу необхідно дотримуватись оптимальної температури та структуроутворення, яке повинно забезпечити приток живильних речовин до клітин бактерій та необхідні для бактерій волого та газообмін.

При інтенсивному впливі на масу тіста можна знизити активність мікроорганізмів. Тому вибір, обґрунтування раціональних конетрукцій

180243.ДП.08.000.ПЗ

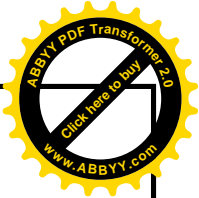
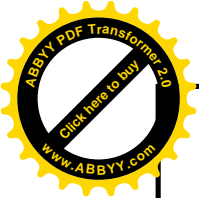
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Медвідь В.В.					7	106
Перевір.		Теличкун В.І.				НУХТ		
Керівник						ОХ-2-5М		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						



тістомісильних машин та їх робочих параметрів повинні базуватись на поглиблених знаннях властивостей оброблювальних сумішей та механізму впливу робочих органів машини на них.

Тому для забезпечення раціональної роботи всіх факторів тістоготування потрібно проводити додаткові дії, а саме моделювання процесу замішування та проведення додаткових експериментів є перспективою для створення нових прогресивних конструкцій.

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .

1.1 Теоретичні основи процесу замішування тіста.

Процес замішування в машині здійснюється в результаті знакопостійних зсувних деформацій при яких під дією зовнішніх сил змінюється відстань між компонентами та супроводжується зміна їх форми та розміру.

Замішування – це процес отримання однорідної маси тіста з певними структурно-механічними властивостями.

Аналіз літературних джерел свідчить, що в літературі відсутні дані щодо зміни реологічних характеристик тіста в процесі замішування.

Процес замішування пшеничного тіста – складний та різнобічний вплив на тістову масу, коли із борошна та рідких інгредієнтів утворюється пружно-в'язкопластична структура.

Існує двостадійна модель замішування тіста, в якій виділяють дві стадії замішування тіста: змішування компонентів і пластифікацію.

Пекарі та спеціалісти по хімії зернових виділяють п'ять послідовних стадій формування тіста. П'яти стадійна модель замішування тіста за редакцією Кеннета Дж. Валентаса, Енрике Ротштейна, Р.Пола Сингха .

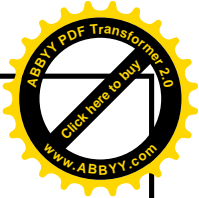
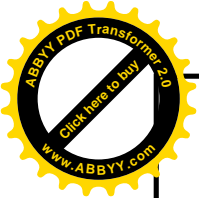
Загальноприйнятої термінології процесу приготування хлібного тіста немає. В даній магістерській роботі прийнята термінологія, якої дотримується більшість науковців:

Для першої стадії замішування тіста, де проходить з'єднання сипких та рідких компонентів використовується шнек, який максимально підходить для того щоб змішати компоненти утворюючи рівномірну структуру.

Друга стадія – замішування та пластифікація – потребує посиленого механічного впливу з метою набуття бажаних реологічних властивостей, а не просто перемішування. Тому для замішування тіста використовуються кулачки, тим самим посилюється вплив на тісто.

Третя стадія – остаточне замішування та транспортування –

використовується шнек для пришвидшення вивантаження маси тіста після					<i>180243.ДП.17.001.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	<i>Медвідь В.В.</i>				<i>Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	<i>Теличкун В.І.</i>						9	106
Керівник						<i>НУХТ</i>		
Н. Контр.						<i>ОХ-2-5М</i>		
Затверд.	<i>Гавва О.М.</i>							



кулачкового робочого органу та його остаточний заміс.

Щоб забезпечити трьох стадійний процес замішування, який базується на сучасних розробках зарубіжних авторів Х. Чешнера та Н. Квенда а також інших. робочій орган складається з трьох частин, відповідно до стадії замішування тіста.

Тісто готують однофазними чи багатофазними способами. При однофазних способах тісто готують в одну стадію із всієї кількості борошна та іншої сировини, передбаченої рецептурою. При багатофазних, переважно двофазних, способах готують першу фазу з частини борошна і дріжджів, після дозрівання до неї додають решту борошна та іншу сировину за рецептурою і замішують другу фазу — тісто.

Спосіб приготування тіста застосовується залежно від виду і сорту борошна, а також виду виробів та їх рецептури.

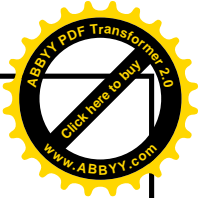
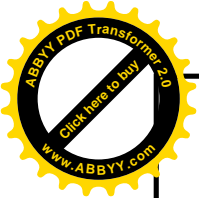
Виходячи з біохімічних властивостей борошна, пшеничні сорти хлібних виробів готують на пресованих або рідких дріжджах, а також на дріжджових молочнокислих заквасках, а житні — на молочнокислих заквасках.

Тісто готують за виробничою рецептурою, яка розробляється на кожен вид виробів відповідно до уніфікованої рецептури. Уніфікована рецептура разом з технологічною інструкцією є складовою нормативної документації на певний вид виробів. Вона передбачає склад сировини та її витрати на 100 кг борошна. Перелік і співвідношення сировини в тісті для різних видів хлібних виробів різні. Так, у рецептурах на основні види пшеничного хліба на 100 кг борошна передбачається 0,7-3,0 кг дріжджів, 1,3-2,0 кг солі. До рецептури на здобні вироби на 100 кг борошна, окрім дріжджів (2,0-5,0 кг), солі (1,0-1,5 кг), входять цукор (від 5 до 30 кг), жир (від 6 до 25 кг), а також яйця, молоко тощо.

У виробничій рецептурі при порційному способі приготування тіста зазначаються витрати сировини на одну порцію тіста, тобто на один заміс, залежно від місильної ємкості. При безперервному способі приготування тіста у виробничій рецептурі вказуються витрати сировини за 1 хв замішування напівфабрикату.

Поряд з виробничою рецептурою на кожен вид виробів лабораторією відповідно до технологічної інструкції виготовлення цього виробу

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



розробляються параметри технологічного режиму з урахуванням встановленого обладнання і якості сировини.

До основних параметрів технологічного процесу відносяться вологість і температура за фазами приготування тіста, тривалість бродіння, кислотність, тривалість і температура вистоювання та випікання тістових заготовок, а також деякі інші.

Сировина на замішування напівфабрикатів дозується спеціальними дозаторами або дозуючими станціями.

При порційному способі приготування тіста борошно дозується за масою, інші компоненти — дріжджова суспензія, сольовий і цукровий розчини, розтоплений жир — в основному за об'ємом. Готове тісто має відповідати таким вимогам:

- газоутворення в тістових заготовках з цього тіста на початок їх вистоювання має бути достатньо інтенсивним, щоб забезпечити їх розпушення;
- структурно-механічні властивості тіста мають бути оптимальними для проведення операцій оброблення тіста (поділу на шматки, формування), а також зберігання ними форми під час вистоювання і випікання;
- у тісті має міститись достатня кількість цукрів і продуктів гідролітичного розкладу білків. необхідних для утворення нормального забарвлення скоринки;
- тісто має містити достатню кількість речовин, що зумовлюють смак і аромат виробів.

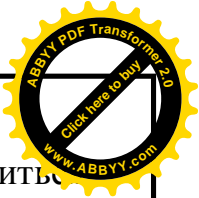
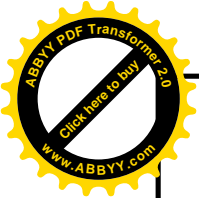
Проаналізувавши деяку кількість робіт всі вони говорять про те що важливу роль в тістоготуванні відноситься механічній роботі.

Фізичні властивості тіста, а саме його стійкість до механічного замісу, потребують детального вивчення через те, що від них в значній мірі залежать основні результуючі показники хлібопекарської оцінки хліба.

Одним із ефективних методів прискорення процесу тістоготування і покращення якості хлібобулочних виробів є посиленна механічна обробка тіста під час замішування, що дає змогу вплинути на його структуру і фізико-хімічні показники.

Одним із таких способів є застосування інтенсивної механічної

Обробки тіста і використання нових швидкохідних тістомісильних машин, як					Арк.
<i>Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	11



сприяють скороченню часу проходження процесу. Замішування проводиться при оптимальному заповненні корисного об'єму місильної камери компонентами за допомогою місильного органу оригінальної конструкції, обертання якого, в основному, спрямоване на дію напруження зрушення на масу, що обробляється.

1.2 Математичне моделювання руху пшеничного тіста по циліндричній ємкості в процесі замішування.

Під час замішування тісто рухається по циліндричній частині корпусу тістомісильної машини для проведення експериментів і подальших досліджень, нами запропоновано розглянути тісто в наближенні до в'язкої рідини яка не стискається, і для моделювання руху використали рівняння Нав'є–Стокса які описують течію в'язкої рідини або газу. Ці рівняння виникають при застосуванні Другого закону Ньютона (прискорення матеріальної точки зі сталою масою прямо пропорційне рівнодіючій всіх сил, що діють на неї, і обернено пропорційне її масі) до руху рідини, які в циліндричних координатах мають такий вигляд. Тут $\{v\}$ — поле швидкості рідини, ρ — густина, p — тиск, η — коефіцієнт динамічної в'язкості, оператор Лапласа.

$$\frac{\partial V_r}{\partial \tau} + V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_\varphi^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + v \left(\nabla^2 V_r - \frac{V_r}{r^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} \right)$$

$$\frac{\partial V_\varphi}{\partial \tau} + V_r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_\varphi}{\partial z} - \frac{V_r V_\varphi}{r} = -\frac{1}{r} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + v \left(\nabla^2 V_\varphi + \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} - \frac{V_\varphi}{r^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial V_z}{\partial \tau} + V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + v \nabla^2 V_z$$

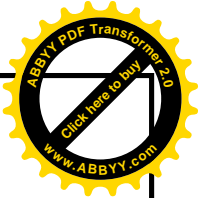
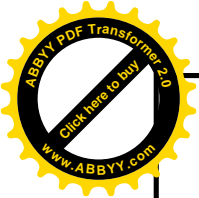
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1} (\rho V_1) + \frac{\partial}{\partial x_2} (\rho V_2) + \frac{\partial}{\partial x_3} (\rho V_3)$$

$$\frac{\partial V_r}{\partial t} + V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_\varphi^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + v \left(\nabla^2 V_r - \frac{V_r}{r^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} \right) \text{ де позначено;}$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (2)$$

До рівняння руху (1) слід додати рівняння нестисливості, яке в циліндричних координатах запишеться так:

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



$$\frac{\partial(rV_r)}{\partial r} + \frac{\partial V_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial(rV_z)}{\partial z} = 0(3)$$

Вважали надалі, що рух тіста в проміжку між циліндрами повільний в тому сенсі, що можна знехтувати інерційними членами порівняно з тими членами, які враховують в'язкі сили і зміни тиску. Враховуючи також відносну сталість проміжку між циліндрами, будемо вважати, що мають місце наступні нерівності:

$$V_\phi \ll V_r; \frac{\partial^2 V_\phi}{\partial r^2} \ll \frac{1}{r} \frac{\partial V_\phi}{\partial r}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial V_\phi}{\partial \phi^2}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial V_r}{\partial \phi}, \frac{V_\phi}{r^2}; \frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} \ll \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial r}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V_r}{\partial \phi^2}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial V_\phi}{\partial \phi}, \frac{V_r}{r^2}$$

Внаслідок цього, а також враховуючи, що $\partial V_z / \partial z = 0$, рівняння (1), (3) запишуться у спрощеному вигляді так:

$$\mu \frac{\partial^2 V_\phi}{\partial r^2} = \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \phi}; \quad \mu \frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} = \frac{\partial P}{\partial r}; \quad \frac{\partial}{\partial r}(rV_r) + \frac{\partial V_\phi}{\partial \phi} = 0;$$

Рівнянь дає змогу провести кінематичний аналіз механізму руху маси тіста шляхом взаємопов'язування визначальних параметрів місильного органу.

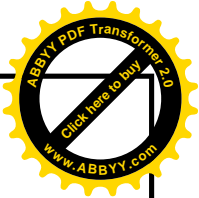
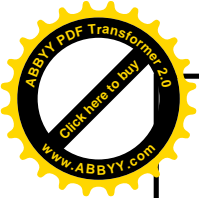
1.3 Огляд існуючого обладнання для замішування тіста.

Для замісу хлібного тіста використовують різні типи машин, які в залежності від виду борошна, рецептурного складу та особливостей асортименту здійснюють різний механічний вплив на тісто. Якість роботи тістомісильних машин визначають органолептично і за показниками якості готових виробів.

З технологічних міркувань тістомісильні машини повинні мати оптимальну конфігурацію місильного органу і таку частоту його обертання, яка б забезпечувала достатньо інтенсивний заміс за короткий час. Частота обертання робочого органу повинна регулюватися в залежності від виду оброблюваного матеріалу.

Тістомісильні машини безперервної дії з'явилися в промисловості порівняно недавно. В нашій країні перші такі машини були запропоновані в 1947 році. Через багато стадійність процесу замісу хлібного тіста більшість

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



тістомісильних машин мають кілька камер із застосуванням різних типів місильних органів. В одній тістомісильній машині використовують робочі органи, які відносяться до різних типів змішувачів. Всі машини мають місильні камери циліндричної форми чи її елементи. Розглянемо кілька конструкцій найбільш розповсюджених тістомісильних машин безперервної дії вітчизняного та закордонного виробництва.

Тістомісильна машина А.А. Хренова відноситься до бистрохідних одновальних тістомісильних машин. Призначена для замісу житнього та житньо-пшеничного тіста.

В напівциліндричному корпусі 1 (рис. 1.1.) по центру розташований вал з трапецієвидними лопатями 2, закріпленими вздовж вала по гвинтовій твірній.

На кінці вала встановлений шнек 4, поміщений в циліндричний патрубок 5, який закінчується шарнірним клапаном 6. В ємності від підтікання рідини встановлена перегородка 3. Для подачі борошна і рідких компонентів служать патрубки 7 і 8. Заміс тіста відбувається достатньо інтенсивно через високу швидкість обертання місильних лопатей. Порівняно мала площа місильних лопатей дозволяє проводити заміс на великих обертах, не зтягуючи за собою всю масу компонентів. При цьому швидше і більш досконаліше відбувається перша стадія замісу – змішування компонентів, а друга стадія, яка здійснюється однотипними лопатями, дозволяє робити інтенсивний заміс з порівняно малим енергоспоживанням. Деяка незручність цієї машини в тому, що неможливо здійснювати незалежне регулювання інтенсивної дії місильних лопатей по зонах. Крім того в машині ще не вирішені питання, пов'язані з очисткою робочої камери і шнека від тіста, та інше.

Суттєвою перевагою є компактність і висока продуктивність машини. Дія шнека в кінці замісу забезпечує деяку пластифікацію тіста.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

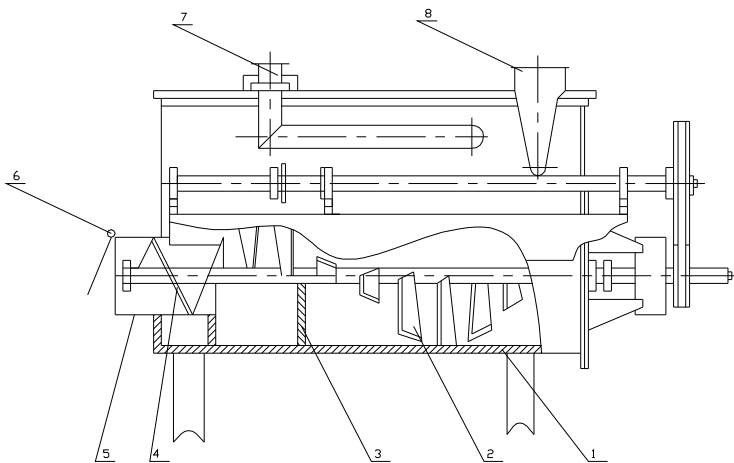


Рис. 1.1. Тістомісильна машина “Хренова”

Тістомісильна машина ФТК-1000 (рис. 1.2.) створена в Венгрії. Вона призначена для інтенсивного замісу пшеничного і житнього тіста.

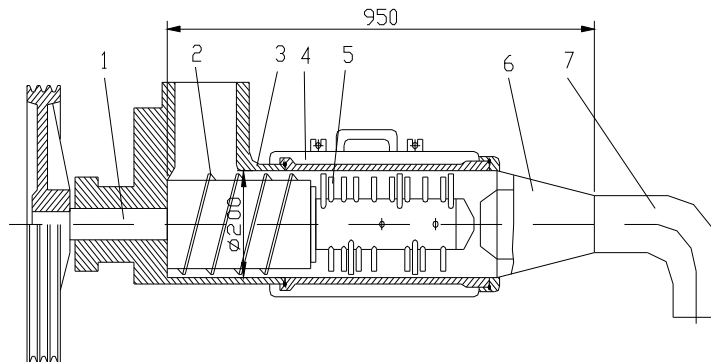
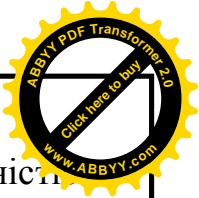
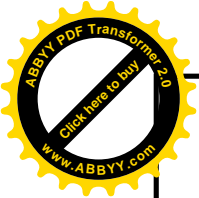


Рис. 1.2. Тістомісильна машина ФТК-1000.

1-головний вал; 2-шнек; 3-місильна камера; 4-водоохолоджувальний кожух; 5-місильні лопаті; 6-конічна насадка; 7-пластифікуючий патрубок.

Тістомісильна машина ФТК-1000 має циліндричну камеру 3 з порівняно малим діаметром (200 мм), оснащена водоохолоджуючим кожухом. На внутрішній поверхні камери закріплені штифти. Камера розкривається для очищення на дві половинки, повертаючись на шарнірі. На головному валу 1 закріплені змішувальний шнек і насадка з місильними лопатями 5. Місильна камера закінчується конічною насадкою 6, яка переходить в пластифікуючий патрубок 7. При обертанні місильного вала з частотою 200 об/хв машина забезпечує продуктивність до 1000 кг/год.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Машина відрізняється компактністю, високою надійністю і зручністю для огляду, очистки та ремонту.

Тарілчатий змішувач И8-ХТМ КТІХП призначений для приготування рідких опар, заквасок, борошняних живильних сумішей, а також інших компонентів при вологості суміші 65-95%.

Змішувач (рис. 1.3.) складається з робочої камери, виконаної у вигляді двох циліндрів різного діаметра. В ній розташований консольний головний вал з змішуючими елементами. Перша камера попереднього змішування з меншим діаметром, в ній на робочому валу закріплені циліндричні стержні, розташовані по гвинтовій лінії, друга камера гомогенізації з великим діаметром, в ній на валу встановлені робочі тарілки, які забезпечують високоінтенсивний заміс, борошно в камеру подається через патрубок за допомогою стандартного роторного дозатора А2-ХТТ з індивідуальним приводом і пристроєм для незалежного регулювання подачі. Рідкі компоненти через патрубок подаються в розподільчий пристрій. Суміш виходить через зливну трубу, оснащену гвинтовим пристроєм, який забезпечує регулювання тривалості замісу шляхом зміни рівня суміші в робочій камері. Решітка слугує для стабілізації рівня зливу. На корпусі змішувача є вікно для нагляду за роботою. Привідний електродвигун розміщений в тумбі станини.

Робота змішувача ефективна на бактеріальних середовищах, які містять дріжджові, молочнокислі, уксуснокислі та інші мікроорганізми. Забезпечується висока степінь дисперсності суміші за короткий час (80-180 с). При цьому тривалість змішування можна змінювати за допомогою реверсивного електродвигуна з дистанційним керуванням. Інтенсивність перемішування регулюється за допомогою теристорного приводу від 3 до 30 с⁻¹

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

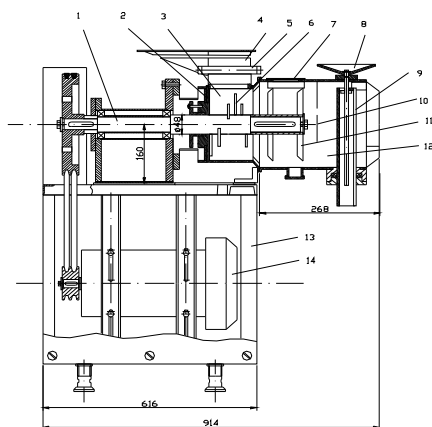
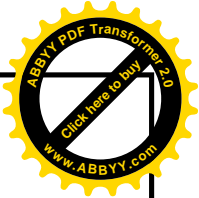
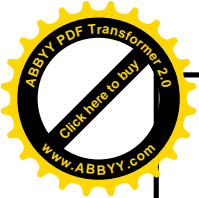


Рис 1.3. Тарільчастий змішувач И8-ХТМ КТІХП.

1-головний вал; 2-корпус робочої камери; 3-камера попереднього змішування; 4-патрубок подачі борошна; 5-патрубок для подачі рідких компонентів; 6-стержні; 7-вікно; 8-гвинтовий пристрій; 9-зливна труба; 10-заспокійлива решітка; 11-робоча тарілка; 12-камера гомогенізації; 13-станина; 14-привідний електродвигун.

Частота обертання фіксується за допомогою автоматичного тахометра ЕТА-3А на табло з цифровою індикацією. Існує інший варіант приводу за допомогою клинопасового варіатора. Змішувач таким чином можна налаштувати на раціональний режим роботи і включати в схему автоматизації. Ця машина найбільш відповідає сучасному технічному рівню і може бути включена в систему з автоматичним регулюванням параметрів процесу.

Тістомісильна машина Х-12 відноситься до тихохідних однокамерних машин. Призначена для замісу пшеничного і житнього тіста, продуктивність до 20 т/добу. Отримала широке застосування через простоту конструкції та обслуговування.

Машина складається (рис. 1.4.) з напівциліндричної місильної ємкості 5, в центрі якої розміщений місильний вал 4 з лопатями 3. Зверху корито закривається відкидною кришкою.

Боршно подається в машину через прямокутний патрубок 1, обладнаний двома ємкісними показниками рівня. Дозується борошно роторним живильником, який приводиться в рух від головного валу кривошипно-шатунним механізмом і клиновим фрикційним храповиком.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

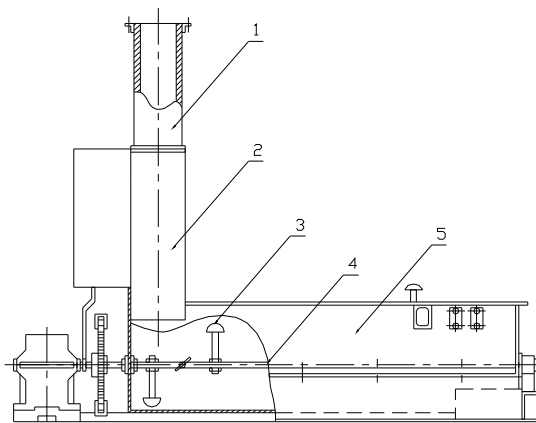
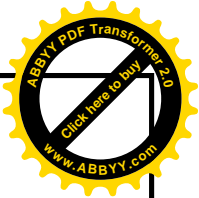
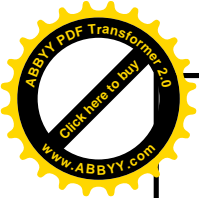


Рис. 1.4. Тістомісильна машина Х-12.

1-патрубок подачі борошна; 2-дозатор борошна; 3-місильні лопаті; 4-вал; 5-місильна ємкість.

Над живильником встановлений зворушувач, який робить коливальні рухи через систему важелів. Виходить тісто з машини через патрубок 6.

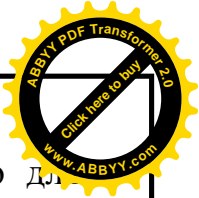
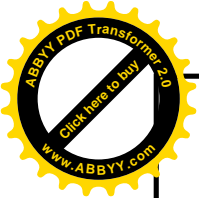
Привід машини здійснюється від електродвигуна через редуктор 7 і зубчасту передачу. На передній панелі розташовані чотири кранові дозатори рідких компонентів.

Працює машина таким чином. Всі компоненти малими дозами від дозаторів подаються безперервно в передню частину корита 5, відділеного порогом, перемішуються лопатями 3 (які закріплені під кутом до осі валу) і переміщуються вздовж корита. По мірі переміщення маси до патрубка вивантаження 6 вона переміщується і пластифікується.

Санітарна обробка машини здійснюється без розбирання, що не зручно. Недоліком машини є слабкий проміс тіста, значні коливання складу через ненадійну роботу дозуючих систем та відсутність пристроїв для регулювання швидкості обертання місильного валу і тривалості замісу.

Найбільша частота обертання місильного валу обмежена 48 об/хв, а інтенсивність механічної дії – зусиллям, яке утворюється в результаті тертя тіста по стінкам місильної камери. Тому в даному випадку неможливо підвищити інтенсивність замісу шляхом збільшення частоти обертання валу. Тому для покращення замісу можна подовжити місильне корито і збільшити кількість лопатей. Крім того, зменшивши робочу площу місильних лопатей чи на стінках місильного корита встановити гальмівні лопаті, то можливо підвищити частоту обертання місильного валу і інтенсивність замісу.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Тістомісильна машина А2-ХТТ (рис. 1.5.). Призначена виключно для пшеничного тіста, є новою оригінальною машиною, розробленою в УкрНДІПродмаші В.С.Горбуновим, П.В. Трушко, І.П. Ткаченком. Замішування проходить послідовно в двох камерах 4 одновальної системи. В першій перемішування виконується чотирьохлопатовими дисками 5, а в другій — плоскими дисками 6 та гальмівними сегментами 8. Вал машини розмещується на двох підшипниках 10, відокремлених від робочої камери з тістом. Привод машини виконує двигун-редуктор 1 через з'єднувач 2. За допомогою ексцентрика 3, важелів та храпової передачі приводиться роторний дозувальник борошна.

Працює машина таким чином: борошно та рідкі компоненти за допомогою дозаторів зверху поступають в змішувальну камеру, де ретельно перемішуються чотирилопатовими дисками і сприймають імпульси для осевого зміщення. Далі тісто переміщується в щілині між плоским диском та гальмівними сегментами внаслідок знакопостійних зрушувальних деформацій, що створює гарні умови для орієнтації і формування частинок клейковинного скелету. Ця операція дещо завчасна, оскільки проходить вона протягом 20—45 с від початку процесу, коли білкові частки борошна ще не встигли поглинути вологу по всьому перерізу часток і не пройшов процес їх гідратації. Тісто на вихідній ділянці камери намотується на вал, знімається з нього за допомогою ножа і спрямовується в патрубок 12.

Інтенсивність замісу при такій конструкції залежить від сили прилипання тіста до диску, і тому в основному визначається вологістю тіста, його температурою та якістю білковини борошна і не регулюється ніякими пристроями, що не дозволяє використати переваги машини для управління процесом.

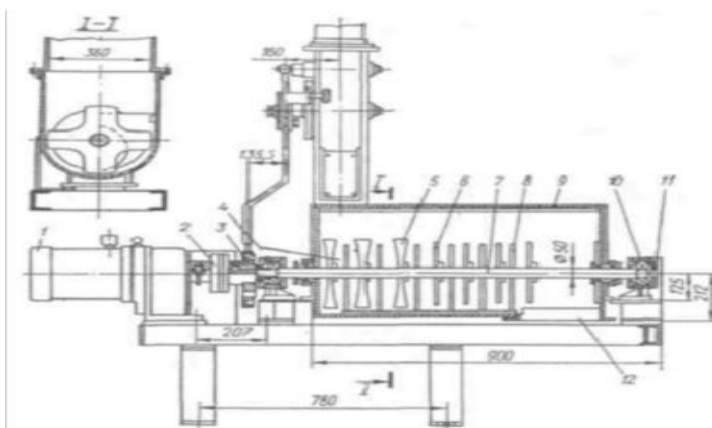


Рис. 1.5 Тістомісильна машина А2-ХТТ

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1 — двигун-редуктор; 2 — з'єднувач; 3 — ексцентрик; 4 — робоча камера; 5- чотирилопатеві диски; 6 — плоскі диски; 7 — вал; 8 — гальмівні лопаті; 9 — кришка; 10 — підшипник; 11 — станина;

Тістомісильна машина И8-ХТА-12/1 (Рис. 1.6). Являє собою однокамерну двовальну тихохідну машину з Т-образними лопатями 5, розміщеними на паралельних валах 3 так, що лопаті одного вала проходять поміж лопатей іншого. Робоча камера закривається кришкою 4.

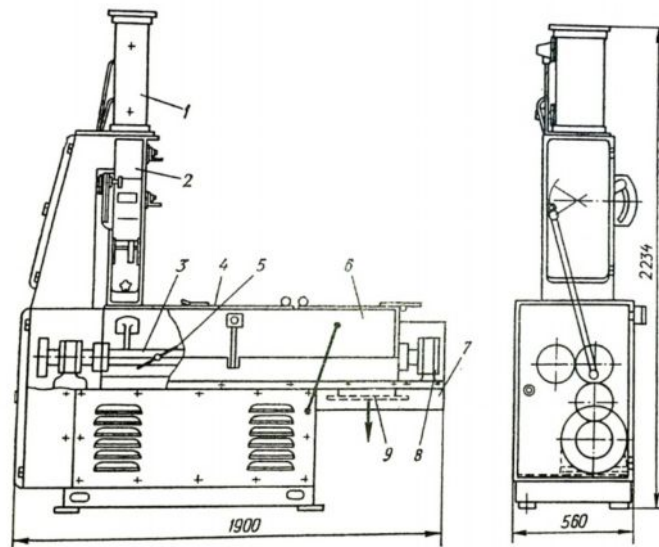


Рис. 1.6. Тістомісильна машина И8-ХТА-12/1

1 - борошняний патрубок; 2 - дозатор борошна; 3 - місильні вали; 4- кришка робочої камери; 5 - місильна лопать; 6 - робоча камера; 7 - станина; 8 - підшипник; 9 - розвантажувальний патрубок.

Борошно в машину поступає через патрубок 1 і роторний дозатор 2. Його подача регулюється за допомогою храпового пристрою. Вимішане тісто виходить через патрубок 9. Машина комплектується двошвидкісним приводом або варіатором швидкості, за допомогою якого можна змінювати частоту обертання місильних валів. Принцип дії машини повторює застарілі рішення, бо не витримується основний принцип — підтримання різних (раціональних) частот тривалості та інтенсивності замісу на різних стадіях процесу. Машина не пристосована для автоматичного управління і регулювання процесом.

Тістомісильна машина Double “Clam Shell” Barrels.

Безперервний процесор Readco є двухшнековий змішувальний

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змішувач з кулачковими робочими органами, призначений для одночасного змішування одного або декількох сухих матеріалів з одним або декількома рідкими матеріалами на однорідному продукті на випускному кінці пристрою.

Процесор Readco Continuous Processor використовується в процесах, пов'язаних з: змішуванням, розминанням, кристалізацією.

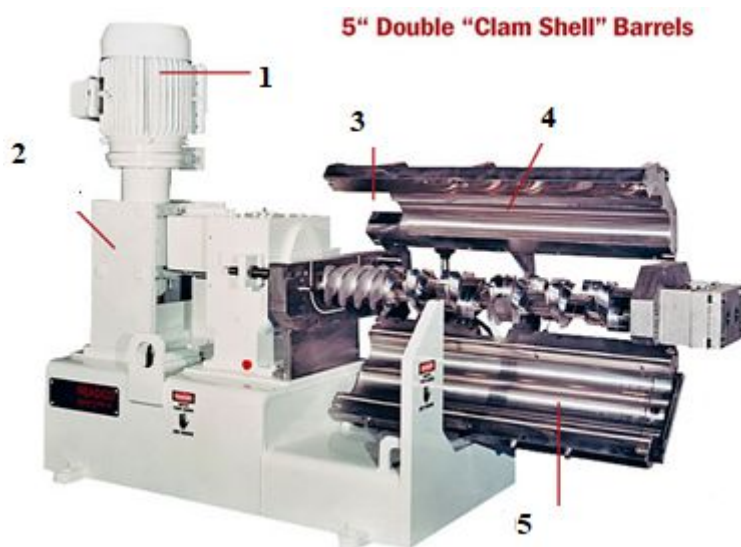


Рис .1,7 Double “Clam Shell” Barrels.

1 – 20 HP Motor; 2 – Right Angle Reducer; 3 - Inlet; 4- Top Barrel; 5 – Bottom Barrel;

Тістомісильна машина VMI.

Завдяки безперервним змішувачам, VMI успішно впроваджує рік за роком передачу всіх своїх традиційних ноу-хау в індустріальному світі. Оскільки вони контролюють різні параметри і явища, що відбуваються під час процесу замішування, ці мішалки набагато краще адаптовані до виробничих циклів в кілька тон тіста на годину. Поєднуючи впровадження однієї з найнадійніших технологій для всебічного вивчення всіх етапів виробництва хліба.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

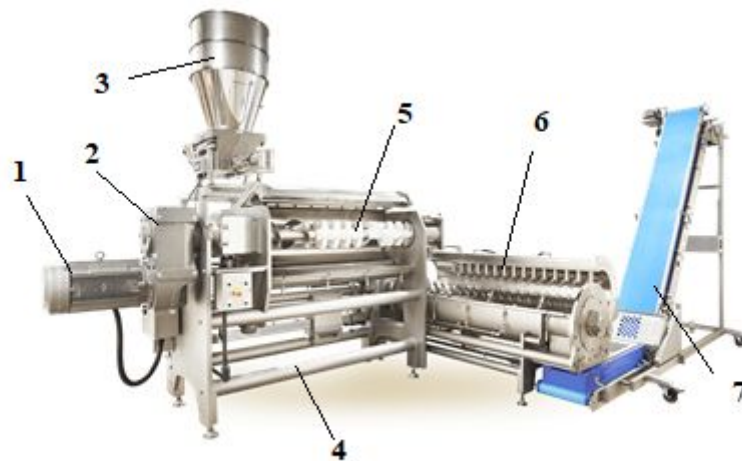


Рис. 1.8 Тістомісильна машина безперервної дії.

1 - Корпус; 2 - дозатор ; 3 – Автоматизоване управління ; 4- Робоча камера.

Компанія Reading Bakery Systems являється мировим лідером в області технологій неперервного перемішування. Наші системи неперервного перемішування Exact хорошо підходять для виробництва випечки, печенья, крекерів, сладостей, пици, тортільи, лакомства для домашніх тварин, а також хлібобулочних виробів. Ми також пропонуємо рішення для неперервного перемішування не хлібобулочних виробів, таких як протеїнові батончики, арахисове масло, глазурь і лакомства для домашніх тварин.

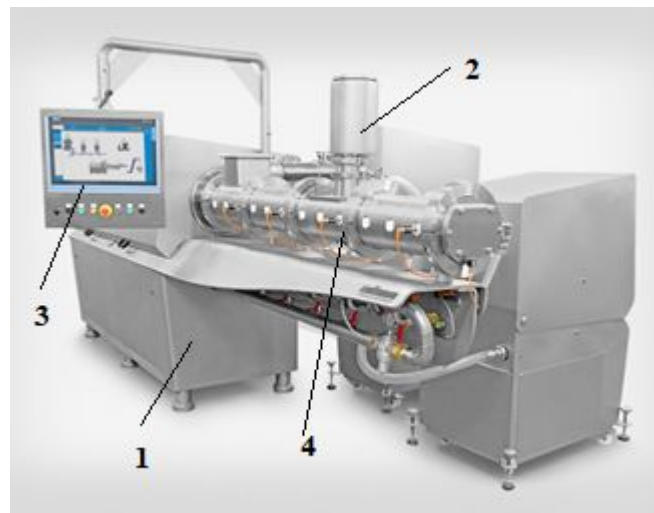


Рис. 1.9 Безперервне змішувальне обладнання.

1 - Двигун; 2 - редуктор; 3 – дозатор ; 4- корпус; 5 – перша камера замішування; 6 – Друга камера замішування; 7 – конвеєр.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.4. Аналіз робочих органів тістомісильних машинах безперервної дії.

дії.

Розглянувши конструкції машин ми бачимо що всі вони здійснюють інтенсивне змішування тіста, з пластифікацією, яка забезпечується екструдуюванням тіста через труби або патрубки. Робочими органами чи їх частинами є шнеки. Тому доцільно провести аналіз основних конструкцій шнекових робочих органів.

Розглянемо геометричні форм змішувальних робочих органів (шнеків) рис.1.10., які застосовуються на виробництві

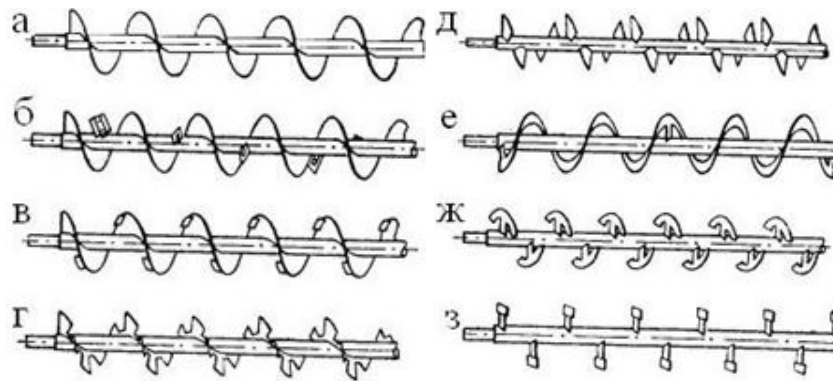


Рис.1.10. Геометричні форм шнекових робочих органів.

Звичайний транспортуючий шнек зображений на рис.1.10.а. шляхом монтажу напрямних пластин, лопатей і кулачків відповідно до рис.1.10 б, в. Транспортування сипучого матеріалу ускладнюється і досягається змішувальний ефект. Інша можливість поліпшення змішувального ефекту полягає в установці прорізів (пазів) в лопатях шнека (рис.1.10.г) через які від витка до витка можливий обмін сипучим матеріалом. Якщо ці канали прорізати до тіла шнекового валу, то гвинтова нарізка шнека буде перетворена в окрему змішувальну лопать (рис.1.10.д.). Якщо виходити не з повної гвинтової спіралі, а відповідно до рис.1.10.е, із стрічкової нарізки, то за допомогою прорізів в стрічкової нарізці можна отримати лопатевий шнек показаний на рис.1.10.ж. Якщо ці ділянки стрічкової гвинтової нарізки зробити ще більш короткими, то наприкінці вийде змішувальний вал з лопатками, зображений на рис.1.10.з. і характерний для інтенсивних змішувачів. Всі типи шнеків, представлені на рис. д, ж, з підпадають під термін (лопатевий шнек). Робочі органи всіх шнекових змішувачів за принциповою конструкцією відповідають одній зі схем на рис.1.10. або комбінації цих різних основних форм. У багатьох випадках об'єднують

					Аналіз процесу змішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

також два шнека в одному змішувачі з обертанням їх, як правило, назустріч один одному, причому шнеки встановлюють в здвоєному корпусі.

Інші робочі органи в конструкціях

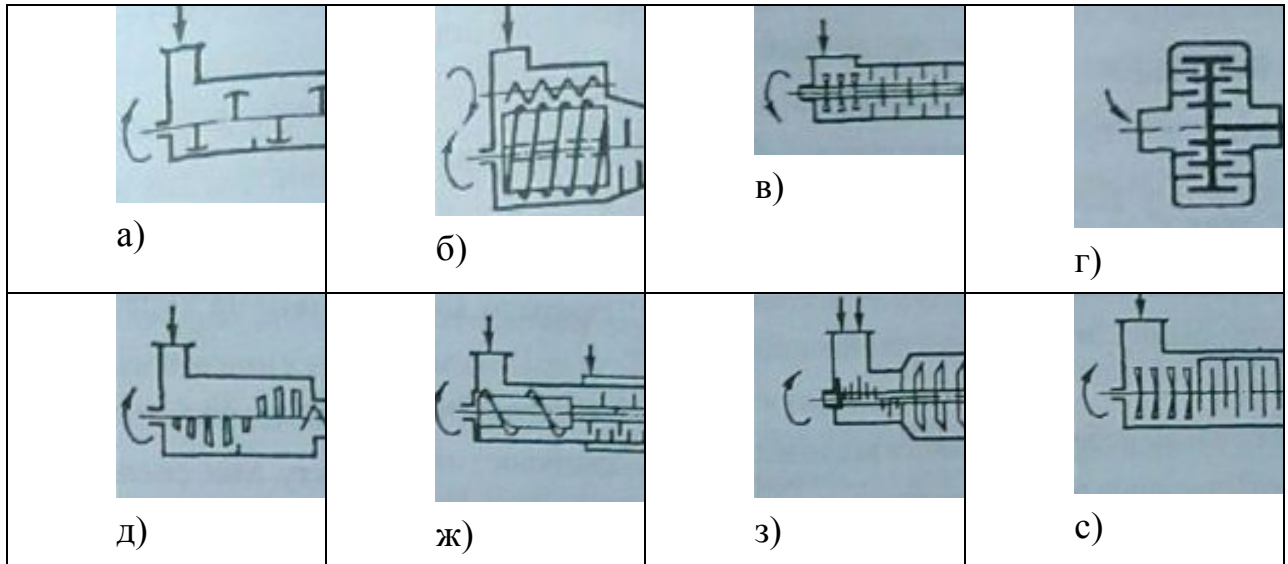


Рис. 1.11 Робочі органи в тістомісильних машинах безперервної дії.

а) Однокамерна одновальна неінтенсивна тістомісильна машина з лопатевими робочими органами марки Х-12.

б) Високоінтенсивна двокамерна машина “Контінуа” В другій камері крім рухомих лопатей встановленні, ще й нерухомі.

в) Штіфтовий малогабаритний змішувач ФКТ-1000 високоінтенсивної дії.

г) Змішувач з дисковим ребристим ротором, утворюючим лабіринтні камери.

д) Двовальна тістомісильна машина з трапеційдальними лопатями.

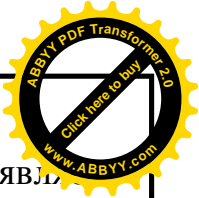
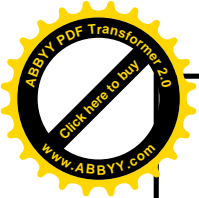
ж) Високоінтенсивна тістомісильна машина з консольним місильним валом та пальцевими робочими органами.

з) Тарільчаний високоінтенсивний змішувач вібраційного типу. Конструкція розроблена на кафедрі МАХВ Київського технічного інституту харчової промисловості.

с) Дискова одновальна машина конструкція розроблена УкрНДІПродмаші.

Висновки до розділу:

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Проаналізувавши літературні джерела з яких видно що, тісто проявляє властивості, як твердого тіла (пластичного) так і рідкого (текучого) і є складною системою. Також в ньому одночасно проходять мікробіологічні, колоїдні та біохімічні процеси які призводять до фізико-хімічних змін тіста.

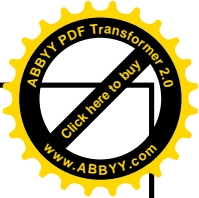
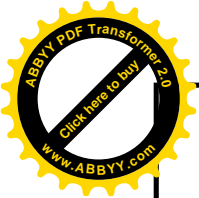
В процесі приготування хлібобулочних виробів присутня велика кількість технологічних операцій, але головним є саме замішування тіста, яке впливає на реологічні та фізичні властивості і в процесі чого на якість готового продукту.

Встановлено, що для замішування тіста в великих об'ємах використовуються тістомісильні машини безперервної дії які відрізняються між собою конструктивно. Прагнення зменшити витрати на виробництво хлібобулочних виробів без зниження органолептичних властивостей змушує шукати шляхи інтенсифікації процесів замішування.

З аналізу видно що для покращення процесу тістоготування потрібно шукати принципово нові робочі органи для інтенсивного замішування, але задача ускладнена тим що немає єдиної теорії процесу замішування. Також підтверджується актуальність досліджень безперервного процесу замішування пшеничного тіста і дозволяє розглянути його як неньютонівську псевдопластичну рідину. І на базі аналізу потрібно провести додаткові експериментальні дослідження для визначення зміни реологічних характеристик тіста під час замішування.

Мета дипломного проекту Дослідження зміни реологічних характеристик під час замішування. Моделювання процесу замішування тіста програмою Flow Vision в робочій камері тістомісильної машини безперервної дії з кулачковим робочим органом. Розробка робочого органу для використання в тістомісильних машинах безперервної дії.

					Аналіз процесу замішування пшеничного тіста та огляд існуючих конструкцій тістомісильних машин безперервної дії .	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



2. Експериментальні установки та методики досліджень

2.1 Процес замішування тіста як об'єкт досліджень.

Об'єктом дослідження виступає процес замішування пшеничного тіста. Замішування тіста під час досліджуванн. виконувалось за рецептурою:

Борошно пеничне вищого гатунку - 100 г.

Сіль - 1.5 г.

Дріжджі - 1 г.

Вода - 175мл.

Під час дослідження було використано за один заміс:

Борошно вищого гатунку - 600 г.

Сіль - 9 г.

Дріжджі - 6 г.

Вода - 350мл.

Примітка: Всі сипкі компоненти такі як сіль, борошно вищого гатунку, сухі активні дріжджі були зважені, замішані в одній тарі та завантаженні до експериментальної тістомісильної машини після чого додавалась вода з температурою в 50 градусів.

2.2 Експериментальна установка для замішування тіста.

Експериментальна установка складається зі станини 1, на якій закріплені привід з регулятором кількості обертів 2. Діжа 4, закріплюється на станині за допомогою тримачів, робочий орган 5, кріпиться на привідному валу та фіксується за допомогою кришки 6, яка також утримує діжу в нерухомому стані. Важіль 3, слугує для легкого та швидкого перемикання швидкості обертання робочого органу.

					212071.ДП.17.002.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Медвідь В.В.</i>			Експериментальні установки та методики	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Теличкун В.І.</i>					27	106
Керівник						НУХТ		
Н. Контр.						ОХ-2-5М		
Затверд.		<i>Гавва О.М.</i>						

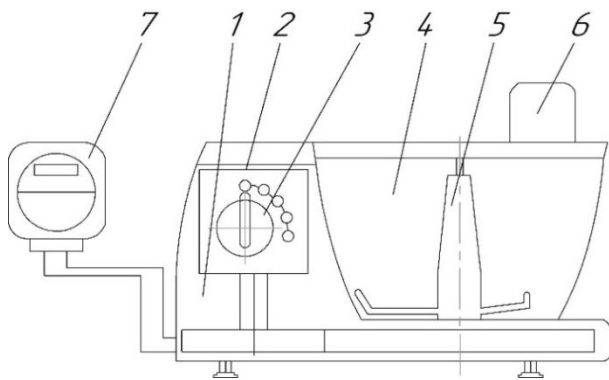


Рис.2.1. Схема експериментальної установки: 1 – станина; 2 – привід з можливістю регулювання кількості обертів; 3 – важіль перемикання передач; 4 – діжа; 5 – робочий орган; 6 – кришка; 7 – прилад “Voltcraft” для вимірювання потужності, яка споживається електродвигуном

2.3 Опис установки ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2.

Дослідження реологічних характеристик проводили на ротаційному віскозиметрі Реотест 2 (рис.2), який має широкі можливості зміни швидкості зсуву.

Ротаційний віскозиметр РЕОТЕСТ 2 складається з двох основних вузлів: власне віскозиметра і блоку вимірювань.

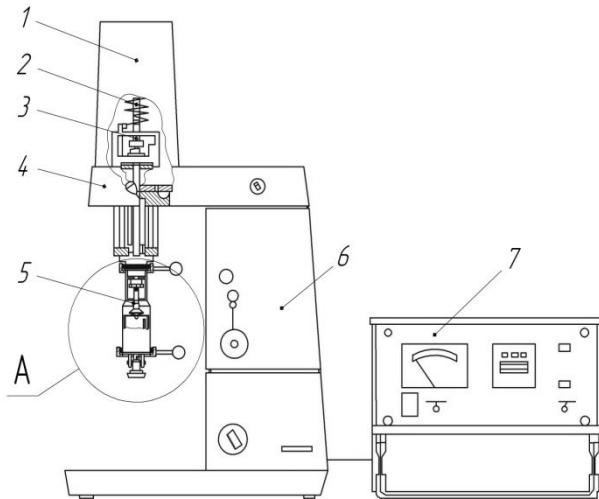
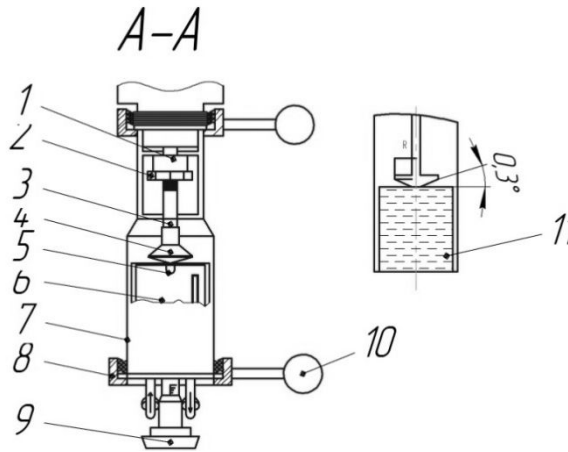


Рис.2.2 .Схема ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2:

- 1 – корпус віскозиметра;
- 2 – динамометр;
- 3 – потенціометр;
- 4 – вимірювальний механізм;
- 5 – конусно-пластинчатий пристрій;
- 6 – привід;
- 7 – блок вимірювань.

Рис.2. 3. Конусно-вимірювальний пристрій:



- 1 – муфта; 2 – втулка; 3– вал;
- 4 – конус; 5 – датчик температури;
- 6 – термостатична камера;
- 7 – напрямна пластина;
- 8 – натяжне кільце;
- 9 – мікрометричний гвинт;
- 10 – натяжний важіль;
- 11– система конус-пластина.

Основними елементами віскозиметра є привід та вимірювальний механізм з пристроєм конус-пластина.

Привід ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2 здійснюється через 12-ти ступінчасту реверсивну коробку передач від синхронного двигуна з перемиканням полюсів і можливістю вибору в цілому 24 різних швидкості обертання валу конуса або швидкості зсуву.

Опис системи

Ротаційний віскозиметр РЕОТЕСТ 2.1 є двосистемним пристроєм. Досліджуваний матеріал можна випробовувати на його реологічні характеристики або за допомогою циліндричних вимірювальних пристроїв по Сірлом (Searle) або за допомогою конусно-пластинчатого вимірювального пристрою.

У конусно-пластинчатому пристрої вимірювані матеріал поміщається в клиноподібний зазор який створюється між нерухомою пластиною і конусом радіусом R , що обертається з постійною ω .

Кут конусності системи конус-пластина є відносно малим і становить $\text{кут} = 0,3^\circ$.

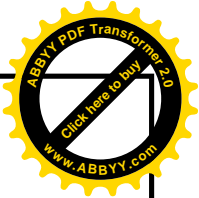
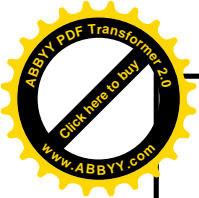
Напруження зсуву, яке відповідає гідравлічному опору клиноподібного зазору, залежить від крутного моменту M , який перетворюється в електричний сигнал. Напруження зсуву τ і швидкість зсуву γ в клиноподібному зазорі постійна. Вказані величини розраховували за наведеними нижче формулами.

Напруження зсуву:

$$\tau = \frac{3 M}{2 \pi R^3}, \text{ Па}$$

де M - крутний момент, Н·м,

					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



R – радіус конуса, м.

Швидкість зсуву:

$$\gamma = \frac{\omega}{\text{tg}\varphi}, \text{ c}^{-1}$$

де ω – кутова швидкість обертання конуса, рад;

φ – кут нахилу системи конус-пластина.

Ефективна в'язкість:

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma}, \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Для вимірювання значень реологічних параметрів на ротаційному віскозиметрі дійсні наступні співвідношення:

Напруження зсуву:

$$\tau = c \cdot \alpha, \text{ Па}$$

де c – стала величина конусу, 10^{-1} Па/поділок шкали;

α – величина показників індикаторному приладі /поділок шкали/.

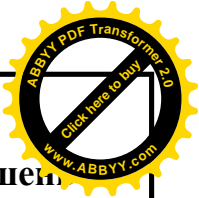
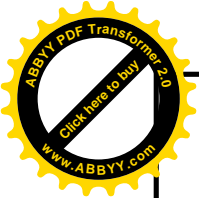
2.4 Методика визначень реологічних характеристик тіста на ротаційному віскозиметрі РЕОТЕСТ 2.

Замішування тіста виконувалось за рецептурою під час досліджування. Для цього була використана тістомісильна машина в яку по черзі внесено компоненти і встановлена стала кількість обертів робочого органу 70 об/хв.

Для того щоб уникнути впливу напружень, що виникають під час вимірювань, для кожного із значень швидкості зсуву відбирали новий зразок.

Під час замішування з тістомісильної машини відбирався зразок і зважувався на електронних вагах з масою 3г. кожні 2 хв. Після чого за допомогою натяжного важеля знімався конусно-пластинчатий пристрій і встановлювалась тістова заготовка попередньо зміненою формою в диск на вимірювальний конус. Потім встановлювався конусно-пластинчатий пристрій назад і затягувалось натяжне кільце. Результати вимірів дізнавалися на блоку вимірів з індикаторного приладу і вимірювача частоти. Дослід було проведено 12 разів з різною частотою коробки передач та оформлено за допомогою програми Excel.

					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



2.5 Методика дослідження плинну тіста в робочій камері на основі рішення в програмному комплексі FlowVision.

Программний комплекс FlowVision призначений для моделювання тривимірних течій рідини і газу в технічних і природних об'єктах, а також візуалізації цих течій методами комп'ютерної графіки.

Моделюються течії включають в себе стаціонарні і нестаціонарні, стискувані, слабкостискувані і нестискувані потоки рідини і газу. Використання різних моделей турбулентності і адаптивної розрахункової сітки дозволяє моделювати складні рухи рідини, включаючи течії з сильною закруткою, горінням, течії з вільною поверхнею.

FlowVision заснований на кінечно-об'ємному методі рішення рівнянь гідродинаміки і використовує прямокутну адаптивну сітку з локальним подібненням. Для апроксимації криволінійної геометрії з підвищеною точністю FlowVision використовує технологію сіткового дозволу геометрії. Ця технологія дозволяє імпортувати геометрію з систем САПР і обмінюватися інформацією з системами кінцево-елементного аналізу. Використання цієї технології дозволило вирішити проблему автоматичної генерації сітки - щоб згенерувати сітку, досить задати лише кілька параметрів, після чого сітка автоматично генерується для розрахункової області, що має геометрію будь-якого ступеня складності.

Постановка задачі

Завдання полягає в моделюванні за допомогою пакету FlowVision процесу замішування тіста включаючи спостереження за динамікою його встановлення і аналіз течії.

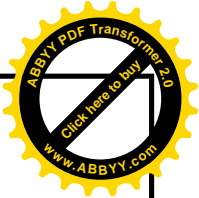
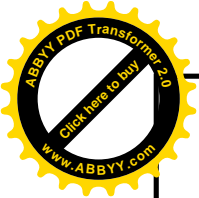
Етапи проведення експерименту

1. Створення геометричної моделі

1.2 Створення основної камери тістомісильної машини в САПР

1.3 Створення робочого органу в даному випадку кулачків.

					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2. Імпорт моделі в програму FLOWVISION

2.1 Створенні моделі в САПР були імпортовані в програму FLOWVISION об'єднані в один об'єкт для моделювання процесу замішування.

2.2 Модель задана з масштабом один до одного.

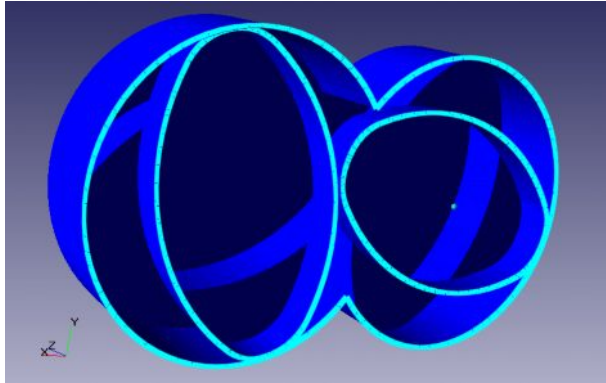


Рис.2.4 Модель камери тістомісильної машини.

3. Завдання математичної моделі.

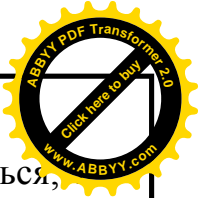
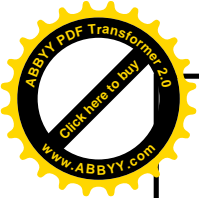
В пакеті програми використовується даний набір формул для опису фізичних властивостей сумішей.

Физические свойства многокомпонентной смеси определяются следующим образом:

Определение	Название	Переменная	Размерность
$\lambda = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \lambda_i$	Кэффициент теплопроводности		[Вт·м ⁻¹ ·К ⁻¹]
$\mu = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \mu_i$	Динамическая вязкость		[кг·м ⁻¹ ·с ⁻¹]
$C_p = \sum_{i=0}^{N-1} y_i C_p^{(i)}$	Удельная теплоемкость		[Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹]
$\rho = \left(\sum_{i=0}^{N-1} \frac{y_i}{\rho_i} \right)^{-1} = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \rho_i$	Плотность	Плотность	[кг·м ⁻³]
$M = \left(\sum_{i=0}^{N-1} \frac{y_i}{M_i} \right)^{-1}$	Молярная масса		
$h = \sum_{i=0}^{N-1} y_i h_i$	Энтальпия	Энтальпия	[м ² ·с ⁻²]

Рис.2.5 Формули опису поведження сумішей FLOWVISION.

					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Розглянути тісто в наближенні до в'язкої рідини яка не стискається, для моделювання руху використали рівняння Нав'є–Стокса які описують течію в'язкої рідини або газу.

4. ВИБІР МОДЕЛІ ТА ВКАЗАННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Моделюється потік в'язкої рідини яка не стискається що наближено до тіста, то у вікні «Вещество 0» на закладці «Плотность» проставити значення густини 1050, а на закладці «Молекулярная вязкость» проставити 1000. Такі данні обумовлені тим що кулачковий робочий орган знаходиться в центральній частині машини і тістова маса уже знаходиться в замішаному стані після першої стадії замішування .

5. Завдання граничних умов.

У полі «Тип границы» вибрати «Стенка».

У полі «Турбэннерия» вибрати «Значение в ячейке рядом со стенкой».

У полі «Турбдиссипация» вибрати «Значение в ячейке рядом со стенкой».

Для граничної умови вільного виходу рідини:

У полі «Тип границы» вибрати «Свободный выход».

У полях «Скорость», «Турбэннергия» і «Турбдиссипация» залишити відповідно «Нулевое давление/выход», «Нулевой поток» та «Нулевой поток».

Для граничної умови входу рідини:

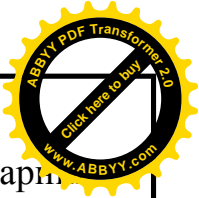
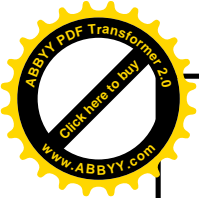
У полі «Тип границы» вибрати «Вход/выход».

У полі «Скорость» вибрати «Нормальная скорость» .

6. Завдання початкової розрахункової сітки.

Початкова сітка прямокутна. У вікні редактора початкової розрахункової сітки є три закладки - «X-направление», «Y-направление» й «Z-направление». «X-направление» - це X-координати площин, перпендикулярні осі X. Аналогічний зміст, для всіх осей, мають інші дві закладки. Потрібно рівномірно розставити необхідну кількість площин.

					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Демоверсія програми FLOWVISION має обмеження по сумарній кількості комірок – 15000. Тому в ході підбору щільності сітки потрібно перевіряти, щоб добуток числа комірок вздовж всіх трьох осей не перебільшував 15000.

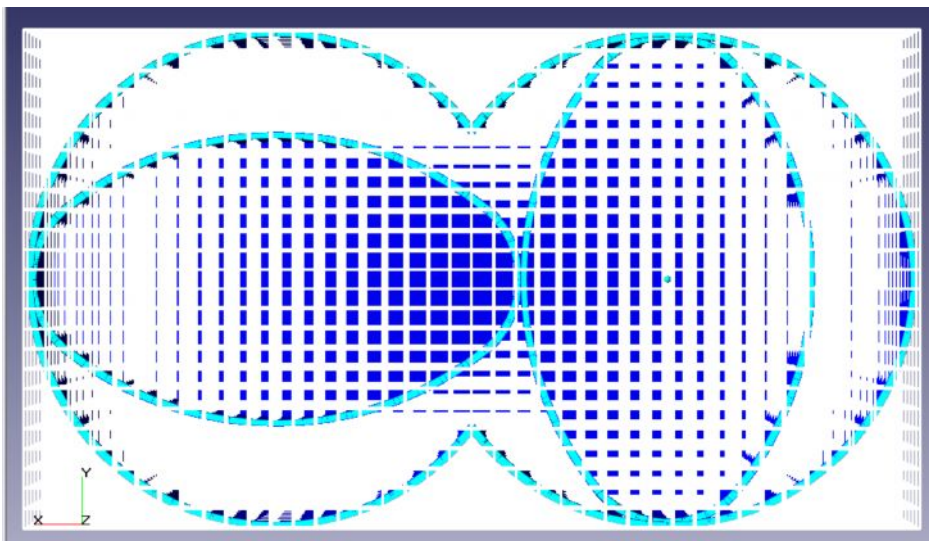


Рис.2.6 Розрахункова сітка.

«X-направление», - 40

«Y-направление» - 25

«Z-направление». – 15

7. Вибір кроку часу обчислювального алгоритму.

Крок часу був вибраний автоматично програмою для того щоб не виникало конфлікту в розрахунках.

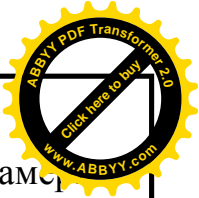
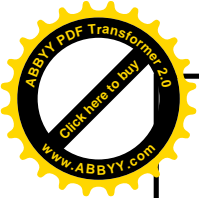
8. Запуск варіанта на проведення розрахунку.

Промодельовано процес замішування тіста в пакеті програми FLOWVISION занесені початкові та граничні умови в результаті отримані шари швидкості, тиску та дисипації на основі яких будуть проведенні подальші дослідження.

Висновки до розділу:

Обрано і описано об'єкт досліджень та встановленні методи проведення експериментів.

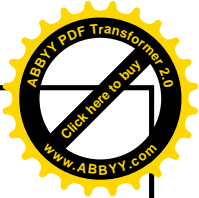
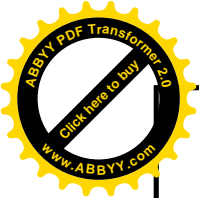
					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Для дослідження процесу плину пшеничного тіста в камері тістомісильної машини під час механічної обробки кулачковими робочими органами, створена тривимірна модель в програмному комплексі FlowVision. Структурно-механічних властивості тіста під час замішування визначаються в ході експерименту на ротаційному віскозиметрі РЕОТЕСТ 2, який має широкі можливості зміни швидкості зсуву конусно-вимірювального пристрою.

В розділі наведена постановка задачі імітаційного моделювання процесу плину тіста.

					<i>Експериментальні установки та методики досліджень</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



3. Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.

3.1 Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування на базі установки РЕОТЕСТ 2.

Крива течії дисперсних систем характеризує ступінь рівноважного руйнування структури від інтенсивності механічних впливів у всьому можливому діапазоні зміни ефективної в'язкості. Пшеничне тісто, в залежності від величини напружень, часу їх дії, швидкості деформації може проявляти пружно-еластичні або пластично-в'язкі властивості.

Опрацювавши отриманні данні з досліджень було побудовано криву течії тістової маси під час замішування. Також встановлено в межах дослідженого діапазону тістова маса не змінює характер плинущу від часу вимірювань

Під час пластифікації утворювалась однорідна структура тіста яка в реологічних характеристиках показала себе стабільно, також від зміни швидкості зсуву тістова маса отримувала новий структурний стан.

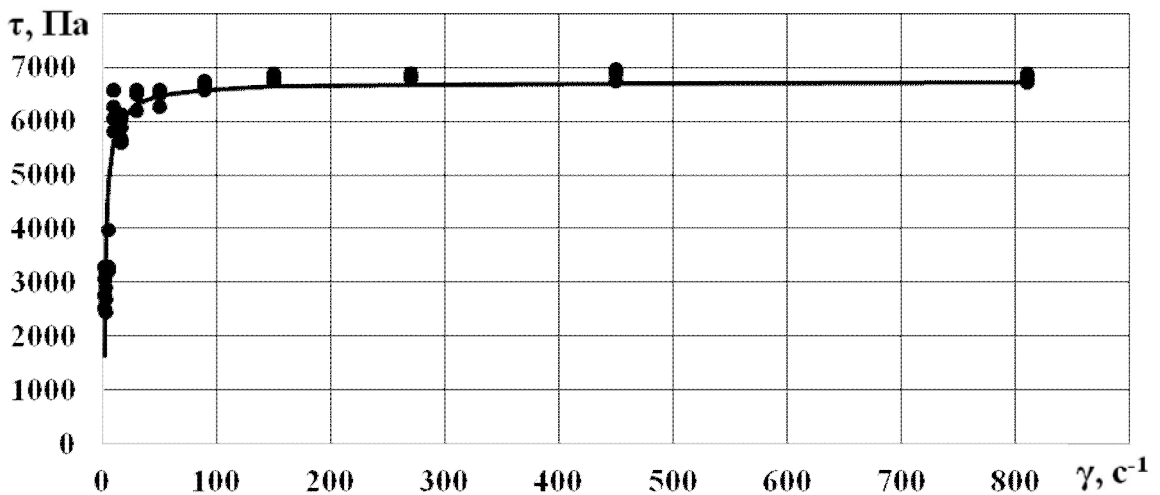


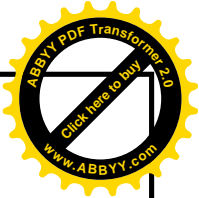
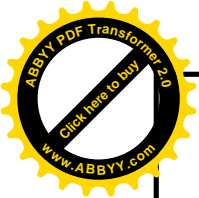
Рис.3.1. Експериментальна крива течії тістової маси під час замішування.

Дана залежність носить степеневий характер та може бути представлена рівнянням виду :

$$\tau = 6740 - 8924 \gamma^{-0.9}, \text{Па}$$

212071.ДП.17.003.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Медвідь В.В.					36	106
Перевір.		Теличкун В.І.				НУХТ ОХ-2-5М		
Керівник								
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						



Провівши аналіз експериментальних даних було отримано зміну ефективної в'язкості тіста під час замішування та її залежність від швидкості зсуву, що обумовлено орієнтацією сполук тіста у напрямку руху під дією зростаючих зусиль зсуву.

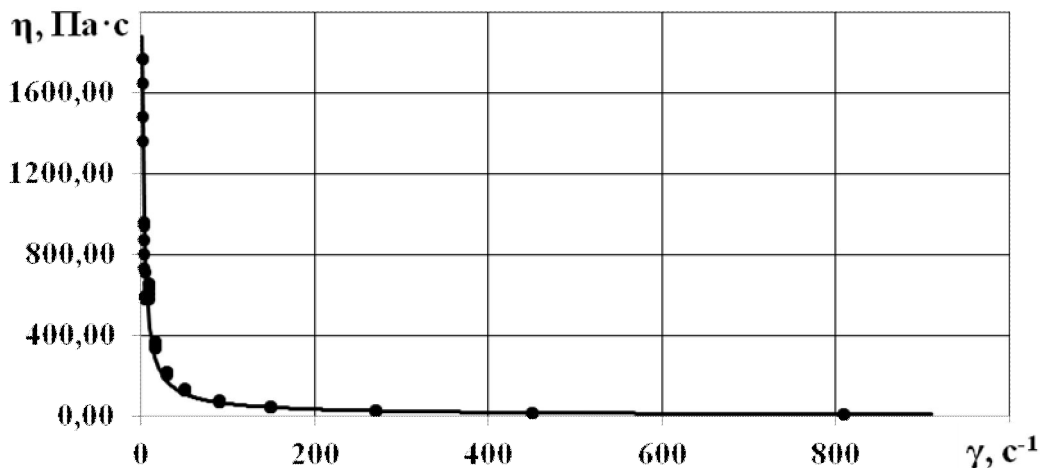


Рис. 3.2. Залежність ефективної в'язкості тіста від швидкості зсуву під час замішування.

Обробивши математично результати отримали рівняння залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування – залежність є степеневою:

$$\eta = 3198,6\dot{\gamma}^{0.856}, \text{Па} \cdot \text{с}$$

На протязі досліджень процесу замішування тістова маса вела себе лінійно в часі за відомих швидкостей зсуву. (рис.5).

					Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

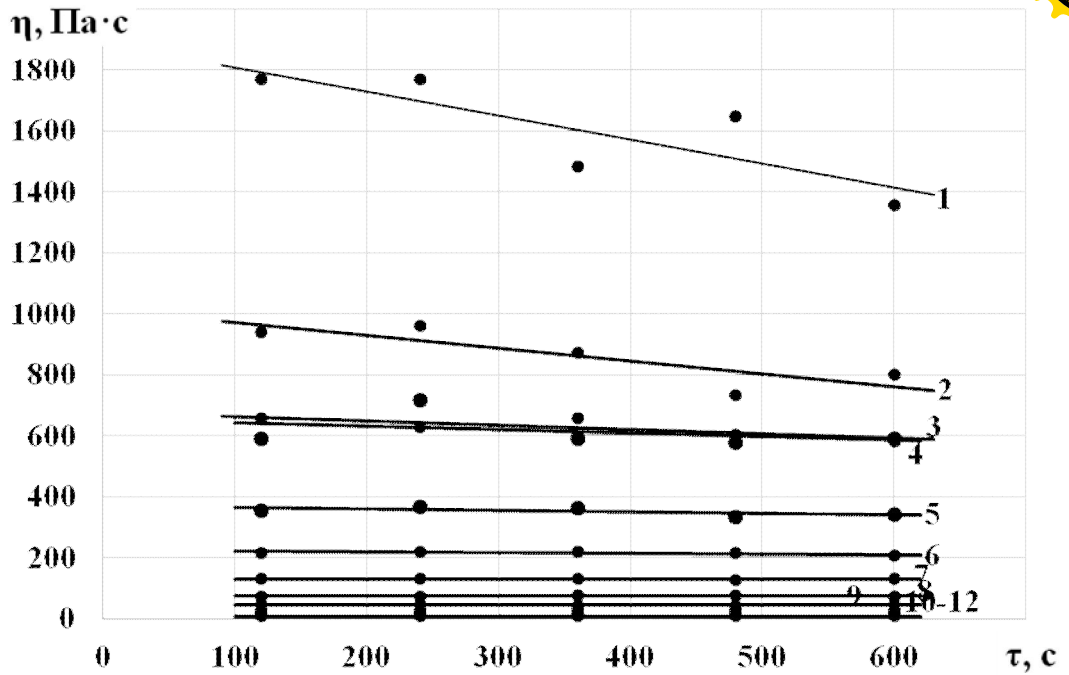
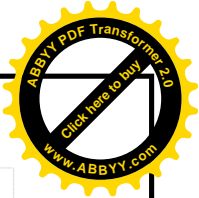
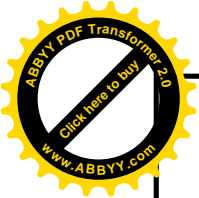


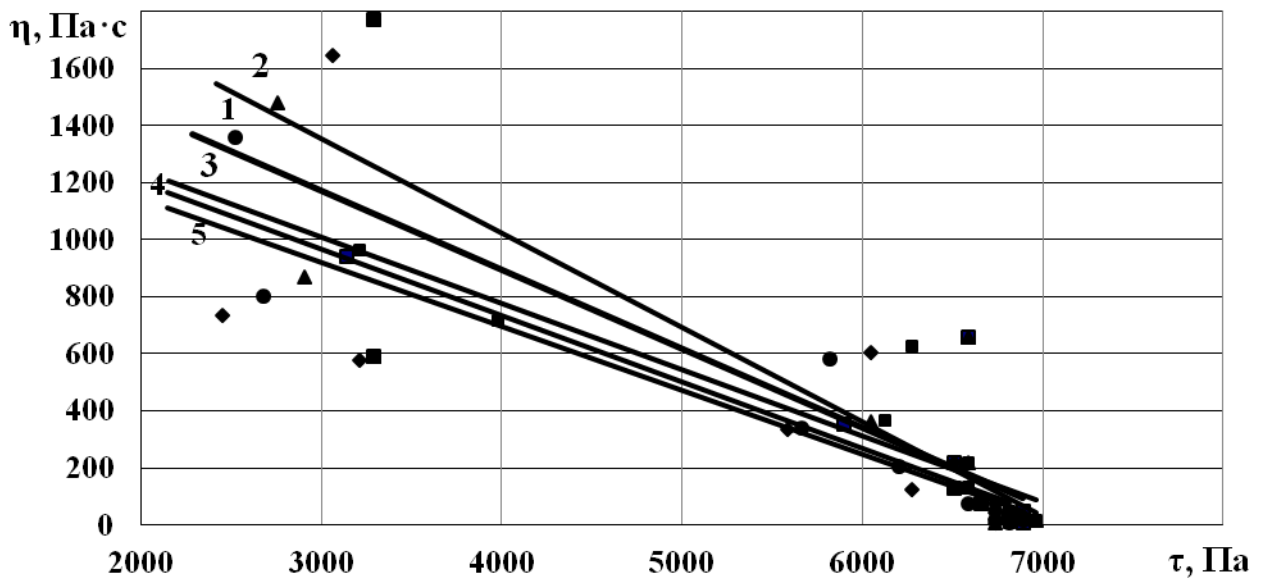
Рис.3.3. Зміна ефективної в'язкості тіста під час замішування для різних значень швидкості зсуву: 1 – 1,86; 2 – 3,34; 3 – 5,56; 4 – 10; 5 – 16,66; 6 – 30; 7 – 50; 8 – 90; 9 – 150; 10 – 270; 11 – 450; 12 – 810 с⁻¹

Зі збільшенням швидкості зсуву значення ефективної в'язкості практично залишається сталою величиною, яка не змінюється в часі.

Сімейство прямих ліній, зображених на рис описується математичною залежністю:

$$\eta = 2,1\gamma^{-1,5} + 3715,5\gamma^{0,883} \text{ , Па} \cdot \text{с}$$

Лінійною характеризується і залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву (рис.6).



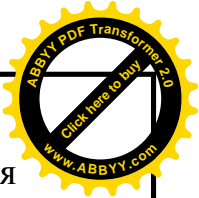
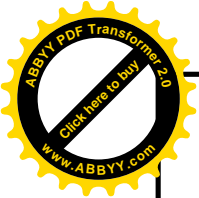


Рис.3.4. Залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву для тривалості замішування: 1 – 120; 2 – 240; 3 –360; 4 – 480; 5 -600с.

Максимальне значення напруження зсуву, близьке для всіх залежностей очевидно є сталою величиною для даної якості тіста (вологість, якість сировини та інш.) та інтенсивності ведення процесу.

Сімейство прямих з різними кутами нахилу описується рівнянням:

$$\eta = (0,00017T - 0,31996)\tau - 1,244T + 2309,5 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

де T – тривалість замішування, с.

3.2 Вплив робочих елементів на процес замішування пшеничного тіста.

Одним із покращень в тістоготуванні є інтенсифікація процесу механічної обробки . Нами було досліджено вплив різних конструкцій робочих елементів на структуру тіста під час замішування та отримано криву течії тістової маси .(Рис. 1). Дослідженнями встановлено, в межах дослідженого діапазону тістова маса не змінює характер плинину незалежно від часового проміжку вимірювань.

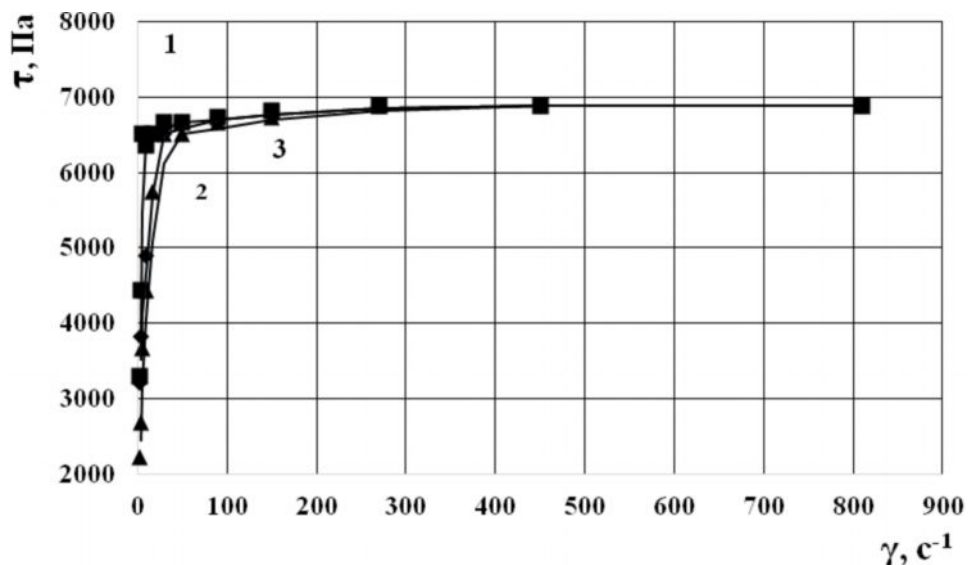
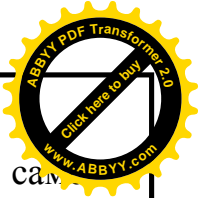
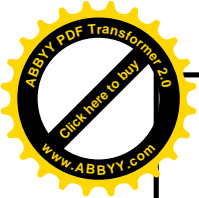


Рис.3.5. Експериментальна крива течії тістової маси під час замішування дріжджового тіста робочими елементами різної конфігурації (1-кулачковий елемент; 2-шнековий елемент; 3-пальцевий елемент).

Утворена однорідна гомогенна структура тіста на стадії пластифікації є стабільною системою і зміна швидкості зсуву відразу приводить систему в новий структурний стан. Процеси руйнування і відновлення структури перебувають в дослідженому діапазоні швидкості зсуву в рівно ваговому

стані					Крива течії з достатньою вірогідністю має степеневий характер					Арк.
					Дослідження зміни реологічних властивостей					39
					тіста під час замішування.					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Неньютонівські тіла характеризується ефективною в'язкістю, а сам співвідношенням напруження зсуву до швидкості зсуву.

Отримані експериментальні дані дозволяють отримати зміну ефективної в'язкості тіста під час замішування та її залежність від швидкості зсуву, що підтверджує нен'ютонівський характер кривої течії тістової маси під час замішування тіста робочими елементами різної конфігурації (рис.2).

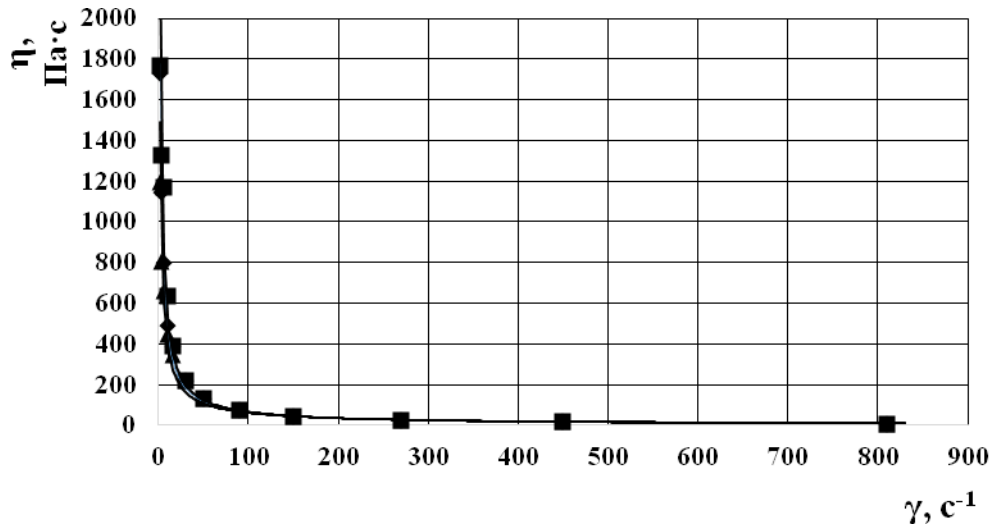
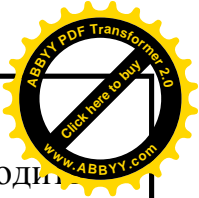
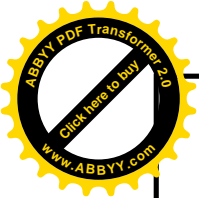


Рис.3.6. Залежність ефективної в'язкості тіста від швидкості зсуву під час замішування дріжджового тіста робочими елементами різної конфігурації.

Зі збільшенням швидкості зсуву значно зменшуються показники ефективної в'язкості. При низькій в'язкості стінки пор легко руйнуються надлишковим тиском газоподібних продуктів. Замішування дріжджового тіста слід проводити при високій в'язкості, в такому випадку не буде спостерігатися дрібнозерниста структура та збільшення об'ємного виходу хліба. Через 1-2 хв після змішування відбувається перехід змішуваної сировини у стан зв'язаної маси. Під час подальшого замішування внаслідок процесів набухання й дії гідролітичних ферментів тістова маса набуває певної пружності. Після 4-5 хв замішування дріжджового тіста в результаті поглиблення процесів ферментативної та механічної дезагрегації білків, які переважають у цей період процеси набухання, відбувається поступове розрідження консистенції тіста.

Отримані експериментальні дані опрацьовані по вищенаведеній методиці, розраховані за формулою та зведені до гістограми (Рис.3) залежності питомої роботи при використанні робочих елементів різної

					Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



конфігурації та живого перерізу стабілізуючої решітки, через яку виходить замішене дріжджове тісто.

Дослідження проводили при живому перерізі стабілізуючої решітки: 2,5-5,1-7,6 % від загальної площі решітки, це відсоткове співвідношення отвору, через який виходить замішене дріжджове тісто, до загальної площі решітки.

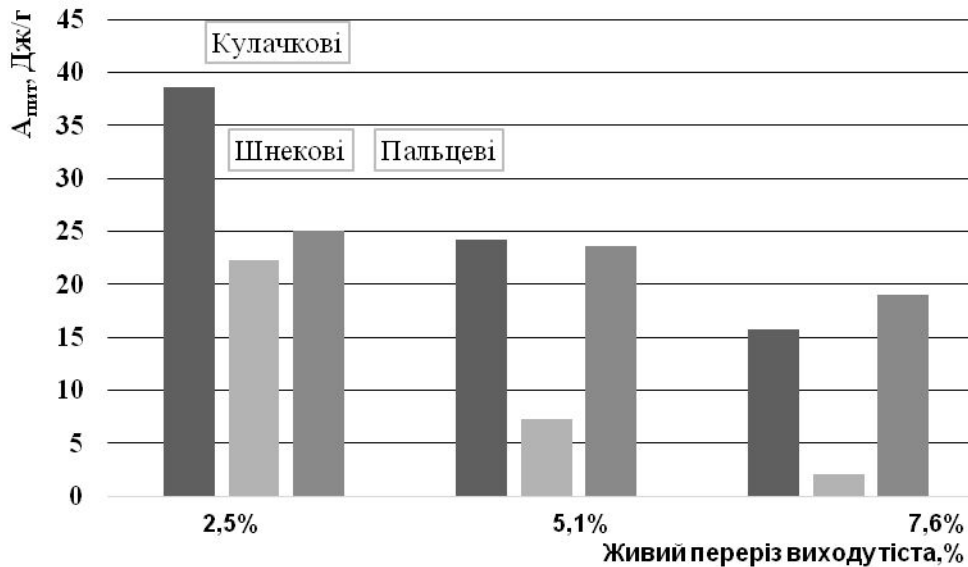
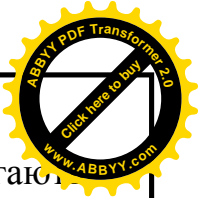
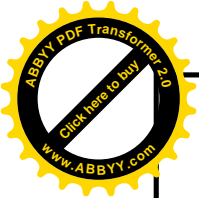


Рис.3.7 Залежність питомої роботи за використання робочих елементів різної конфігурації та живого перерізу стабілізуючої решітки.

Високі показники витрат питомої роботи спостерігаються при замішування дріжджового тіста робочими органами різної конфігурації за параметру стабілізуючої решітки 2,5 %, показники питомої роботи досягають 22-37 Дж/г. Найбільші показники (37 Дж/г) досягаються при замішуванні кулачковими робочими елементами, за таких параметрів тістомісильну машину безперервної дії можна віднести до супершвидкісних тістомісильних машин, інтенсивної дії. Зі збільшенням живого перерізу стабілізуючої решітки зменшуються витрати питомої роботи, це пов'язано зі зменшенням часу замішування та швидким проходженням тіста через камеру замішування. При використанні пальцевих робочих елементів спостерігаються показники питомої роботи у межах від 2 до 7 Дж/г за таких параметрів тістомісильну машину відносять до тихохідних, виключенням є замішування пальцевими робочими елементами за значення живого перерізу решітки 2,5%, за таких параметрів питома робота досягає позначки у 22 Дж/г в такому випадку машину відносять до швидкохідної. За використання в



швидкохідних, так як показники питомої роботи в даному випадку сягають 18-25 Дж/г.

3.3 Імітаційного моделювання замішування тіста кулачковими робочими органами у програмному комплексі Flow Vision.

Швидкість плинну маси тіста по камері тістомісильної машини

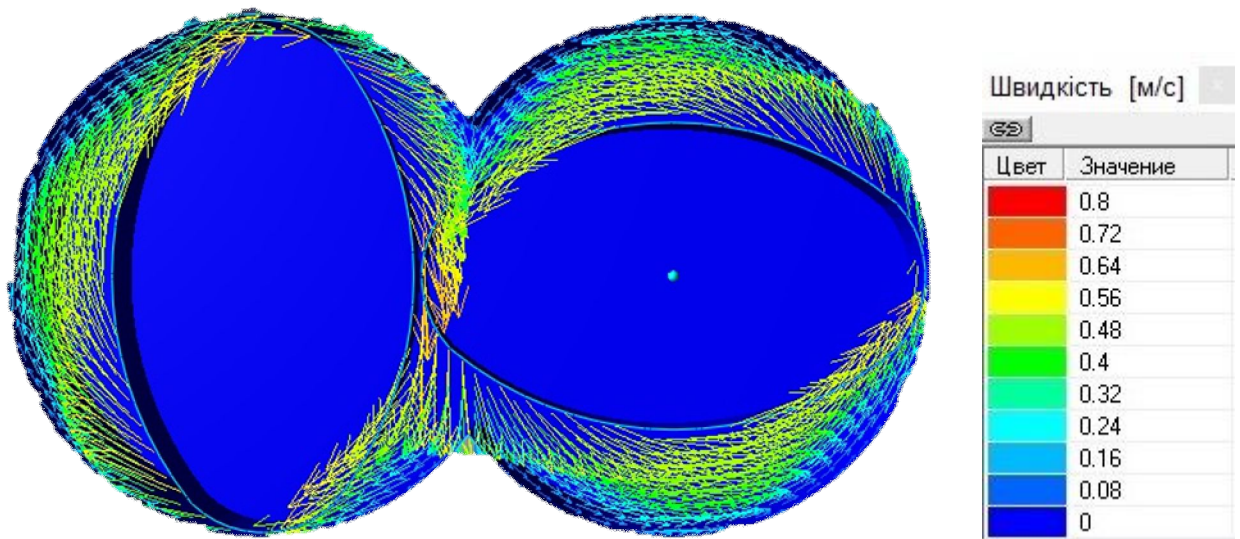
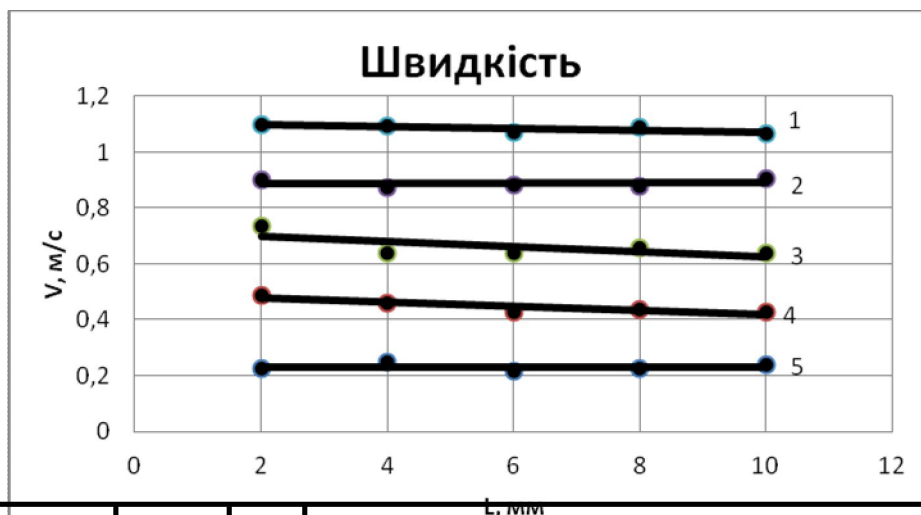


Рис.3.8. Вектори швидкості в камері тістомісильної машини.

Під час замішування тіста робочими органами виникає транспортуючий фактор який базується на швидкості і наведений на графіку Рис. 3.9.



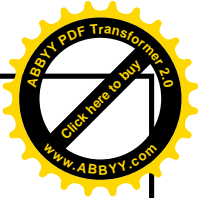
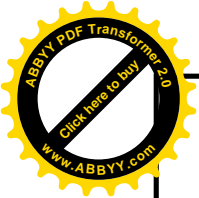


Рис .3.9. Швидкість маси тіста по об'єму робочої камери 1- 100 об/хв, 2- 80 об/хв, 3- 60 об/хв, 4- 40 об/хв, 5- 20 об/хв.

Данні залежності носять лінійних характер та мають вигляд:

$$V = -0,0037L + 1,1061$$

$$V = 0,0006L + 0,8848$$

$$V = -0,0089L + 0,7158$$

$$V = -0,0072L + 0,4907$$

$$V = 0,0002L + 0,2298$$

Отримані залежності, а саме $V = 0,0006L + 0,8848$ і $V = 0,0002L + 0,2298$ що відповідає 80 і 20 об/хв мають позитивний рух по камері тістомісильної машини на всьому спектрі змін зазору, а частота обертів 40, 60,80 мають від'ємні значення руху при збільшенні зазору між робочими органами тістомісильної машини безперервної дії.

Тиск в робочій камері тістомісильної машини

Під час роботи робочих органів тістомісильної машини при замішуванні вони створюють тиск на масу тіста в камері який наведений на Рис 3. 10.

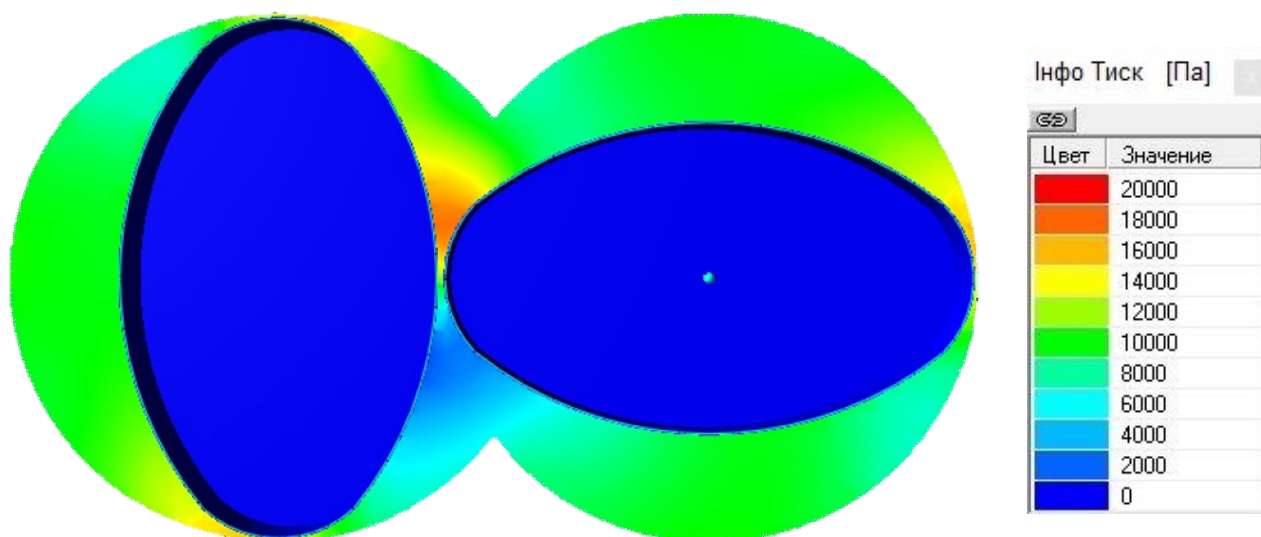


Рис.3.10 Візуалізація тиску в камері замішування під час імітаційного параметричного моделювання кулачкових робочих органів в програмному комплексі Flow Vision.

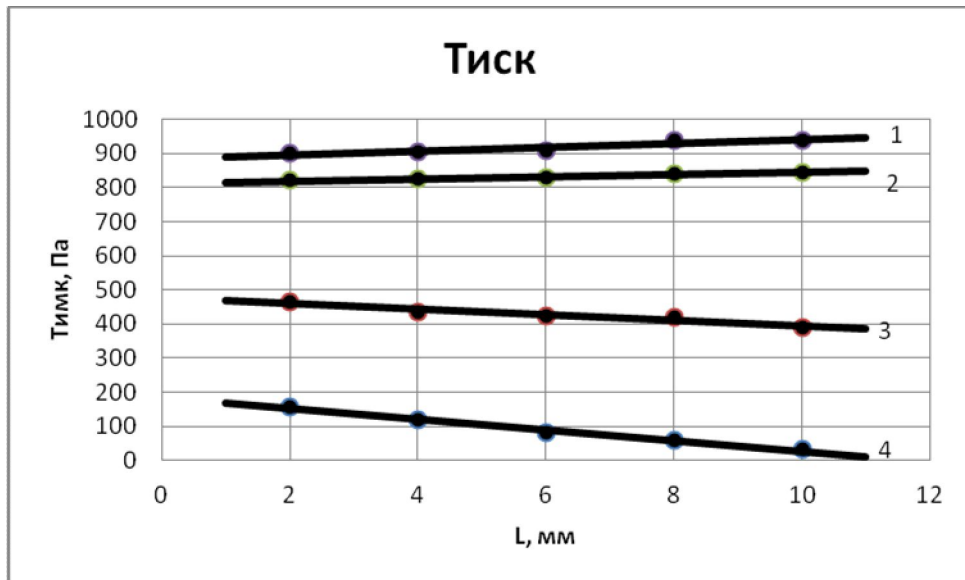


Рис.3.11. Тиск в робочій камері при: 1-100 об/хв, 2- 80 об/хв, 3- 60 об/хв, 4- об/хв.

З графічної частини були отримані залежності тиску від обертів за хвилину робочих елементів і зазору між ними які носять лінійний характер;

$$P = 5,4L + 885,8$$

$$P = 3,25L + 812,9$$

$$P = -8,15L + 475,1$$

$$P = -15,75L + 183,9$$

При 40 і 60 обертах за хвилину тиск падає зі зростанням зазору між робочими органами, а при 100 і 80 обертах за хвилину навпаки при зміні зазору збільшується тиск на масу тіста.

Опрацювавши данні залежності було отримано два графіка, коефіцієнта А та Б.

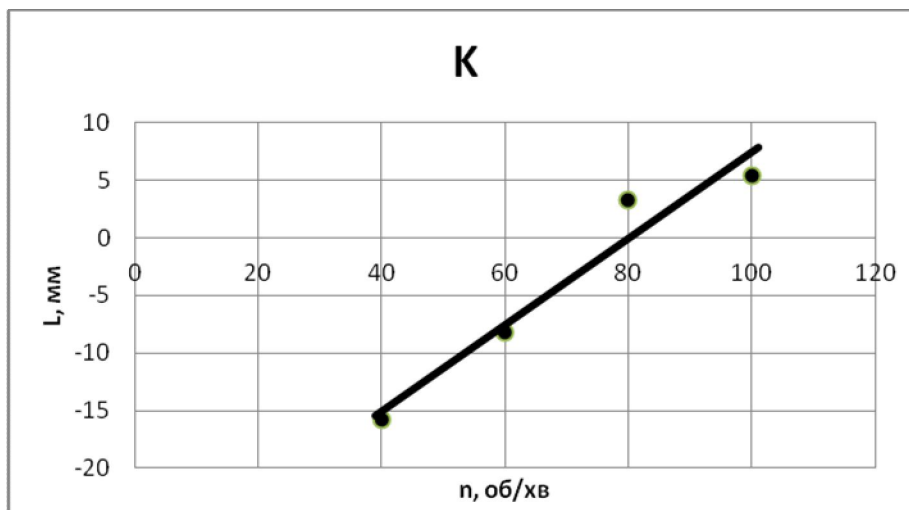
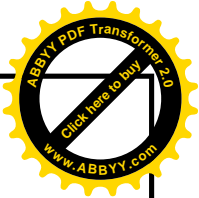
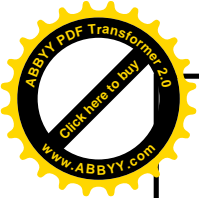


Рис.3.12 Коефіцієнт К



Зведення коефіцієнту показало залежність $K = 0,38n - 30$ яка є лінійною і показує як впливає зміна зазору на частоту обертання робочих органів.

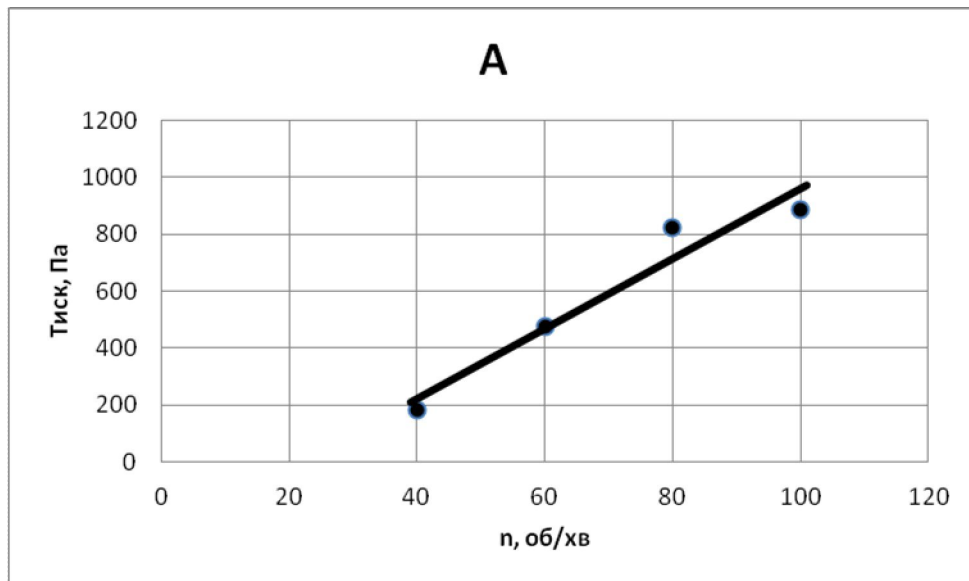


Рис.3.13 Коефіцієнт А.

На Рис.3.13 видно що при зміні частоти обертання тиск в робочій камері зростає, що також показує залежність $A = 12,3n - 267$ лінійного характеру.

Отримані результати були зведені в одну залежність по впливу зазору між робочими органами, частотою їх обертання на масу тіста в робочій камері тістомісильної машини яка має вигляд;

$$P = (0,38n - 30)L + 12,3n - 267$$

n – частота обертання:

L – зазор між кулачковими робочими органами.

Дисипація

Дисипація – це процес перетворення кінетичної енергії в теплову в наслідок тертя шарів маси між собою. Тертя в середині маси виникає в наслідок завихрень при роботі кулачкових робочих органів і несе за собою втрату енергії.

					Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

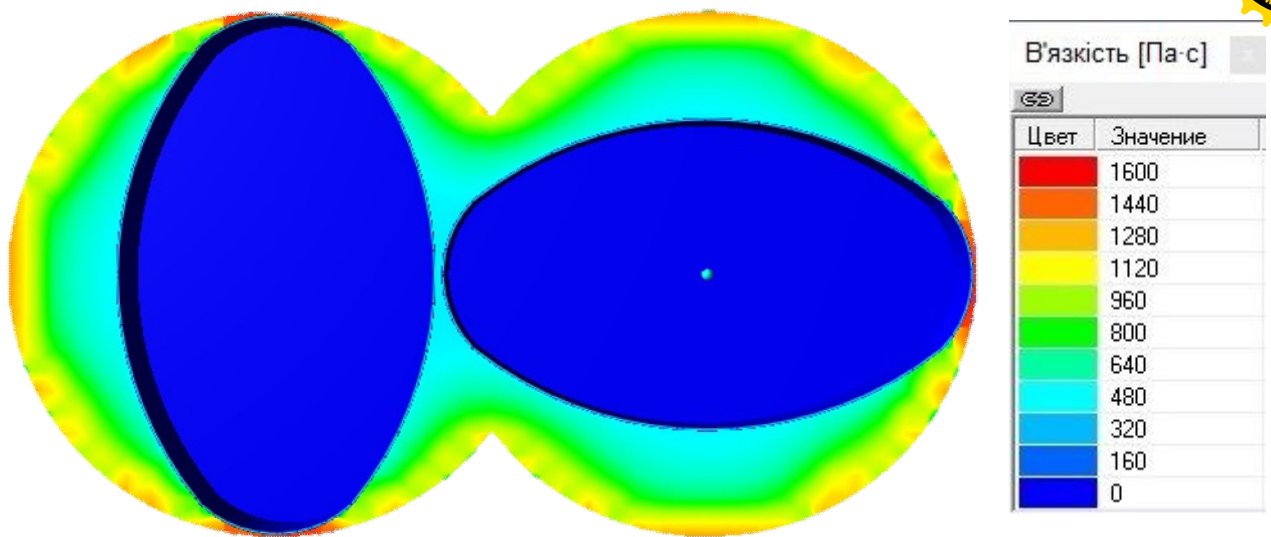
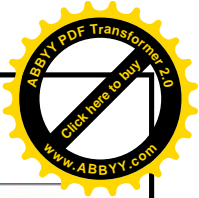
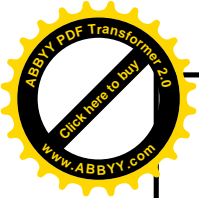


Рис.3.14. Зміни в'язкості в камері замішування під час імітаційного параметричного моделювання кулачкових робочих органів в програмному комплексі Flow Vision.

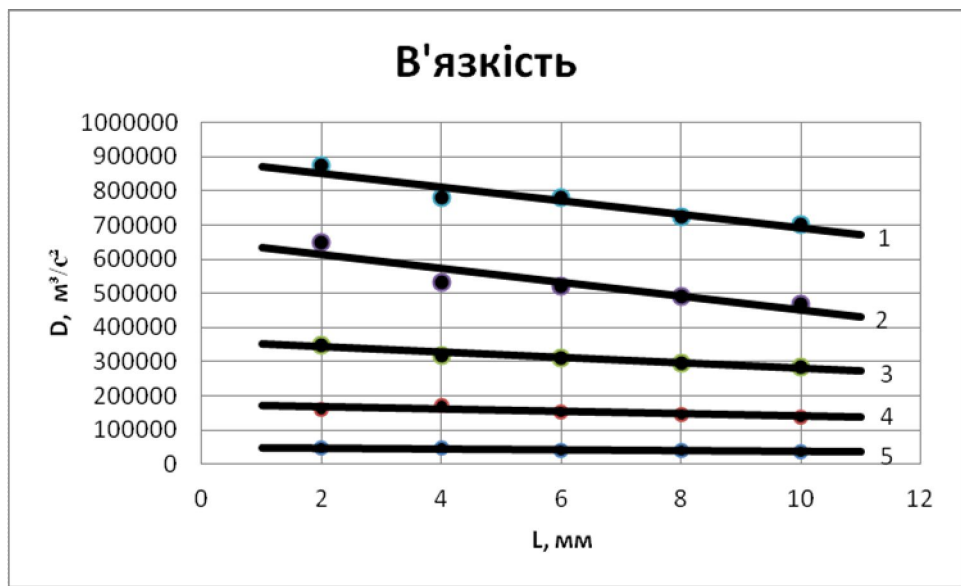


Рис.3.15. Максимальні отримані значення дисипації 1- 100 об/хв, 2- 80 об/хв, 3- 60 об/хв, 4- 40 об/хв, 5- 20 об/хв.

З графічної частини отримані лінійні залежності які показують як веде себе маса тіста від зміни зазору між кулачковими робочими органами, а саме вона зменшується при різних обертах за хвилину.

$$D = -19900L + 891200$$

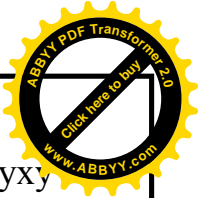
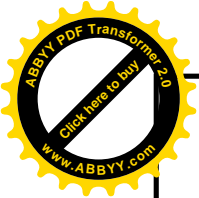
$$D = -19950L + 652100$$

$$D = -7700L + 358400$$

$$D = -3550L + 175700$$

$$D = -1200L + 49600$$

					Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Проведені додаткові дослідження впливу в зонах максимального руху шарів маси тіста при різних значеннях обертів робочих органів які дозволи отримати такі залежності.

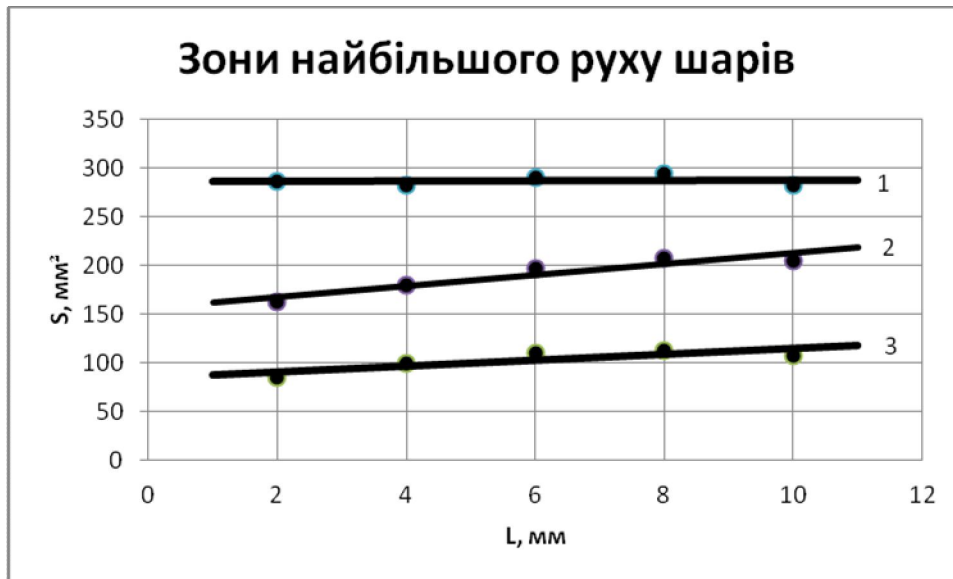


Рис.3.16 Зміна зони найбільшого зсуву шарів.

$$y = 0,05L + 286,9$$

$$y = 5,6L + 157$$

$$y = 2,9L + 85,4$$

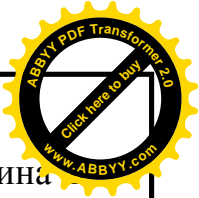
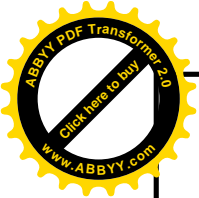
Дослідження показали що при 20 і 40 обертах за хвилину кулачкових робочих органів створюється не достатня зміна характеру руху шарів маси тіста і вони випадають з діапазону впливу. При 60 і 80 обертах за хвилину на протязі зміни зазору збільшується і характер руху шарів і збільшення витрати енергії, а при 100 обертах за хвилину шар не несе змін зі збільшенням зазору і має однакові значення витрати енергії.

Висновок до розділу:

Дослідження реологічних властивостей тіста процесі замішування та отримані результати показують, що маса тіста не змінює характер плинуну незалежно від часового проміжку .

Реологічні характеристики від тривалості процесу мають менший вплив на масу тіста ніж ефективна в'язкість від швидкості зсуву

					Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47



Крива течії маси тіста має свої характерні ознаки: стала величина формулі є вірогідно граничним напруженням зсуву утвореної структури тіста, що пояснюється утворенням і формуванням структури тіста.

Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування кулачковими робочими органами тіста носить степеневий характер та лінійно змінюється в часі для значень швидкості зсуву.

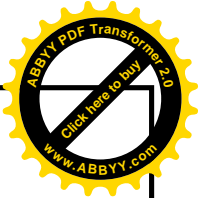
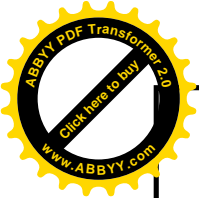
Зі збільшенням показників швидкості зсуву від 0 до 100 с⁻¹ відбувається різкий скачок напруження зсуву від 2000 до 6800 Па, далі в діапазоні швидкості зсуву від 100 до 800 с⁻¹ повільно збільшується до 6950 Па. Зі збільшенням швидкості зсуву від 0 до 800 с⁻¹ в'язкість зменшується за степеневою залежністю.

Показники витрат питомої роботи при замішування дріжджового тіста робочими органами різної конфігурації за параметру стабілізуючої решітки 2,5%, досягають 22-37 Дж/г.

Оптимальна конфігурація робочого органу з кулачковими елементів з дослідів являється: 60 обертів за хвилину валу тістомісильної машини і зазором між стінкою машини і робочими органами 4-8 міліметрів.

Підтверджується позитивний ефект від посиленої механічної обробки шнековими та кулачковими робочими елементами в процесі замішування дріжджового тіста. Пальцеві робочі елементи можуть використовуватися у комбінації з шнековим елементом на початку валу. Порівняльний аналіз підтверджує доцільність використання кулачкових робочих елементів.

					<i>Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



4. Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень

4.1 Технічне обґрунтування проекту

Хлібопекарна промисловість є базовою для багатьох галузей харчової промисловості, має великий вплив на національну економіку України.

В загальному балансі виробництва товарів народного споживання хліб складає більше 13 %. Він завжди був і повинен надалі залишатись основою України.

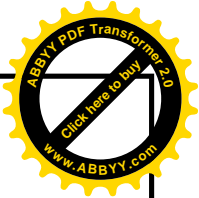
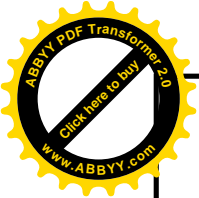
У хлібопекарській промисловості намічені тенденції інтенсифікації процесу приготування тіста. Поряд з традиційним опарним та безопарним способами все більшого поширення знаходять прогресивні способи - на рідких та густих опарах з скороченим періодом бродіння по поділу тіста, та швидкісні способи.

Тому, морально застарілі, низькопродуктивні агрегати, замінюють новими більш продуктивними, економічними, легкими у використанні та безпечними агрегатами.

Розроблена тістомісильна машина призначена для замісу пшеничного тіста має наступні переваги:

- Внаслідок використання шнекових робочих органів різної конфігурації забезпечується інтенсивний процес замішування тіста, підвищується його якість, а й відповідно і готової продукції, скорочується тривалість процесу виробництва хліба (зменшення тривалості бродіння за рахунок інтенсивного перемішування),
- За рахунок кулачків забезпечується інтенсивність процесу замішування тіста покращення процесу пластифікації, підвищується його якість.

- машина побудована на базі теоретичних розробок та					
<i>180243.ДП.17.004.ПЗ</i>					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	<i>Медвідь В.В.</i>				
Перевір.	<i>Теличкун В.І.</i>				
Керівник					
Н. Контр.					
Затверд.	<i>Гавва О.М.</i>				
<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>			Літ.	Арк.	Акрушів
				49	106
			<i>НУХТ ОХ-2-5М</i>		



- експериментальних досліджень, сучасних теоретичних уявлень про процес замішування тіста.
- скорочується кількість обладнання в технологічній лінії, що призводить до скорочення виробничих площ та підвищує економічні показники роботи підприємства.

Крім економічних та експлуатаційних показників необхідно відмітити також можливість автоматизації роботи тістомісильної машини, що у підсумку дозволяє отримати продукцію високої якості.

4.2. Розроблення конструкції тістомісильної машини для 3-х стадійного замішування тіста.

Тістомісильна машина являє собою комплекс механізмів, які забезпечують дозування муки, змішування її з рідкими компонентами і замішування тіста.

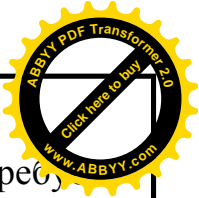
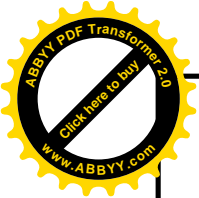
Процес замішування в машині здійснюється в результаті знакопостійних зсувних деформацій, які виникають в тісті в результаті шнеків та кулачків.

Тістомісильна машина відноситься до двовальних однокамерних машин. Призначена для замішування пшеничного тіста, продуктивність до 30 т/добу.

Робочій орган складається з двох валів, які обертаються в одному напрямку, що підвищує їх змішувальну здатність. Для забезпечення трьох стадійного процесу замішування робочій орган складається з трьох частин, відповідно до стадії замішування тіста.

Для першої стадії замішування тіста, де проходить змішування сипких та рідких компонентів використовується шнек, який максимально підходить для того щоб змішати компоненти утворюючи рівномірну структуру.

					<i>Розроблення констр.ції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50



Друга стадія – власне замішування та пластифікація – потребує посиленого механічного впливу, а не просто перемішування. Тому для замішування тіста використовуються кулачки, тим самим посилює вплив на тісто.

Третя стадія – остаточне замішування та транспортування – використовується шнек для пришвидшення вивантаження маси тіста після кулачкового робочого органу та його остаточний заміс.

Машина складається (рис 3.1) з спарених циліндричних ємностей 6, в центрі яких розміщені місильні вали з робочими органами 5. Місильна камера має оглядові вікна.

Борошно подається в машину через патрубок 1, обладнаний двома ємкісними покажчиками рівня. Рідкі компоненти подаються за допомогою патрубку 2. Виходить тісто з машини через стабілізуючу решітку 7.

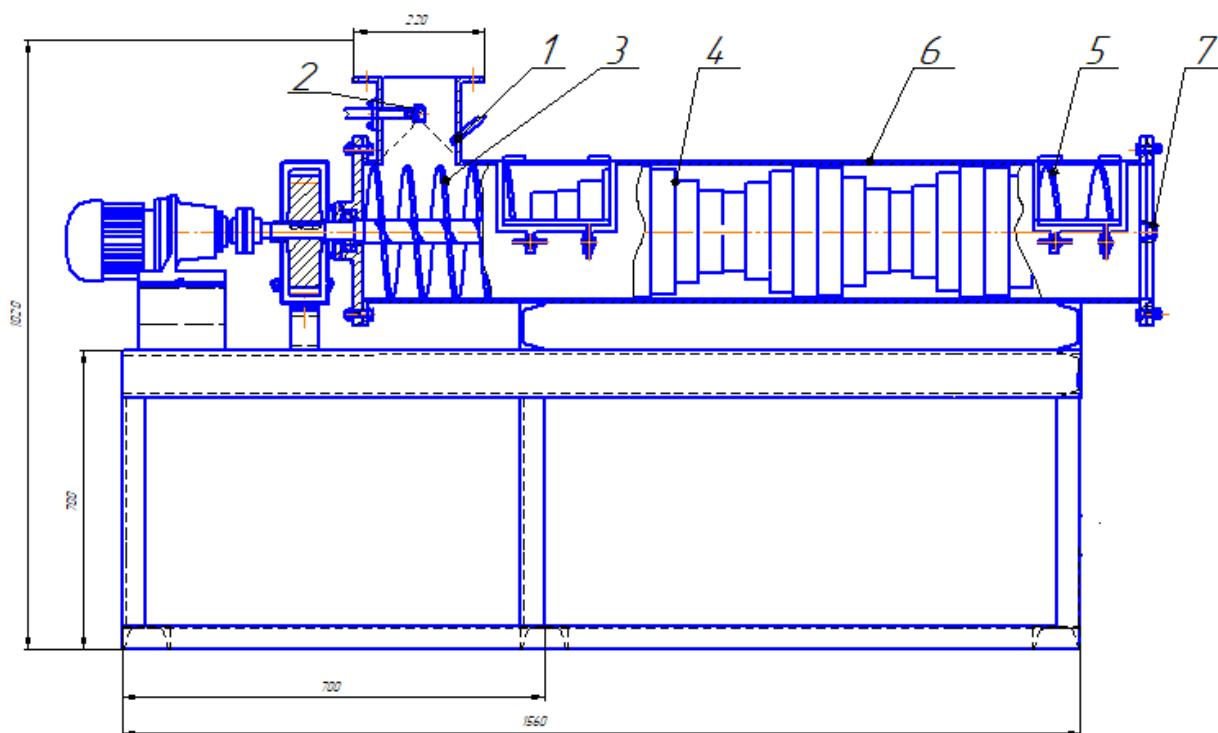
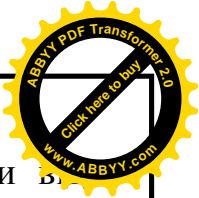
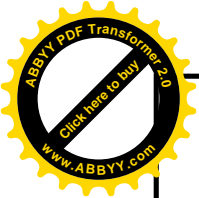


Рис. 4.1 Тістомісильна машина

1-патрубок подачі борошна; 2-дозатор рідких компонентів; 3- шнек для замішування в 1 зоні; 4- кулачки для замішування в 2 зоні; 5- шнек для замішування та пришвидшення руху маси тіста в 3 зоні; 6-місильна ємність; 7-вивантажувальна частина.

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



Працює машина таким чином. Всі компоненти малими дозами в дозаторів подаються безперервно в передню частину ємності, переміщуються послідовно шнеком 3, кулачками 4 та шнеком 5 і переміщуються вздовж місильної камери. По мірі переміщення маси до вивантаження, вона переміщується, готовий продукт виходить через стабілізуючу решітку 7.

Кінематична схема машини відрізняється простотою, ефективністю та великим коефіцієнтом корисної дії. Привод машини виконано від мотор-редуктора напряму на вали через муфту.

Інтенсивність механічної дії машини обмежується зусиллям, яке утворюється в результаті тертя тіста по стінкам місильної камери. Тому в даному випадку неможливо підвищити інтенсивність замішування шляхом збільшення частоти обертання вала. Тому для покращення замішування було встановлено шнеки та кулачки для зміни умов замішування на різних стадіях замішування.

4.3 Розрахункова частина

4.3.1 Розрахунок продуктивності тістомісильної машини

1. Секундна продуктивність в зоні замішування враховуючи геометричні параметри шнека, кг/с:

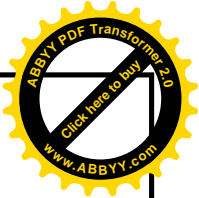
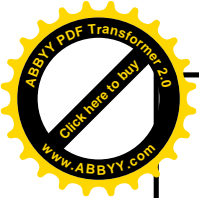
$$P_{c1} = z \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot s \cdot n \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 2 \cdot \frac{3.14 \cdot (0.22^2 - 0.04^2)}{4} \cdot 0.150 \cdot 0.5 \cdot 1400 \cdot 0.2 \cdot 0.15 \cdot 0.55 = 0,127 \text{ кг/с.}$$

k_1 - коефіцієнт подачі, залежить від форми лопатей та їх розміщення на валу ($k_1 = 0.2 - 0.5$)

k_2 – відношення сумарної поверхні лопатей до гвинтової поверхні того ж діаметру та кроку ($k_2 = 0.15 - 0.2$)

k_3 – коефіцієнт, який враховує площу перерізу, яка утворюється перетином траєкторій руху лопатей (для двох вального агрегату

	$k_3 = 0.55 - 0.7$				<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2.Об’ємна швидкість потоку через зазор кулачків із стінкою.

$$V_k = 0.5 \cdot (\pi \cdot D \cdot n) \cdot \delta \cdot l_x \cdot z \cdot z_w = 0.5 \cdot (3.14 \cdot 0.22 \cdot 30) \cdot 0.001 \cdot 1.2 \cdot 2 \cdot 23 = 0.54.$$

кг/м³

δ – зазор між наконечником кулачка та стінкою;

n – кількість обертів валу машини.

z_w – кількість валів.

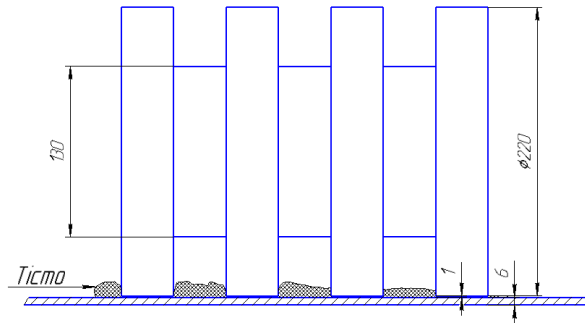


Рис. 4.2. Ескіз кулачків під час роботи.

4.3.2 Розрахунок геометричних параметрів машини

1. Розраховуємо об’єм камери де відбувається замішування та пластифікація тіста:

$$V = \frac{P_{с2} \cdot \tau}{\rho} = \frac{0.21 \cdot 600}{1400} = 0,085 \text{ м}^3$$

τ – час замішування тіста, $\tau = 30 \text{ хв.} = 1200 \text{ с.}$

4.3.3 Розрахунки апарату на міцність

Визначення товщини стінки екструдера

Тиск, що діє в апараті, Па:

$$P = 0.2 \cdot 10^6$$

Внутрішній діаметр циліндричної оболонки D_1 , м

$$D_1 = 0.22$$

Допустиме напруження матеріалу 12X18H10T стінки апарату σ_p ,

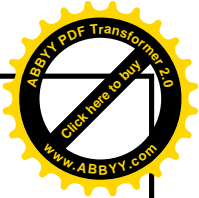
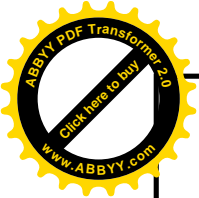
$$[\sigma] = 510 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Надбавка на корозію до товщини стінки δ , м

$$\delta = 0.002$$

Знаходимо допустиме напруження матеріалу стінки на розтяг:

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



$$\sigma = [\sigma] / n,$$

де n – коефіцієнт запасу міцності, n = 4.

$$\sigma = 510 \cdot 10^6 / 4 = 1.27 \cdot 10^8.$$

Розраховуємо товщину стінки апарату δ_1 , м:

$$\delta_1 = \frac{P \cdot D_1}{[2 \cdot \beta \cdot [\sigma]] - P} + \delta = \frac{0.2 \cdot 10^6 \cdot 0.22}{2 \cdot 0.85 \cdot 127 \cdot 10^6 - 0.2 \cdot 10^6} + 0.002 = 2.2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Приймаємо товщину стінки екструдера за стандартом більшу за розрахункову $\delta_1 = 0.006$ м.

4.3.4 Розрахунок шнека

Розраховуємо і конструюємо шнек, якщо відомий максимальний тиск в робочій камері $P_{MAX}=0,2$ (МПа), коефіцієнт внутрішнього тертя продукту $f = 0,3$, щільність продукту $\rho = 1400(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3})$.

Зовнішній діаметр шнеку D приймаємо рівним 220 мм, внутрішній $d=40$ мм а крок шнеку приймаємо конструктивно 30 (мм).

Кут підйому гвинтових ліній на зовнішній стороні шнека і біля валу визначаємо за наступними формулами:

$$\alpha_D = \arctg\left(\frac{H}{\pi \times D}\right), \quad \alpha_d = \arctg\left(\frac{H}{\pi \times d}\right)$$

$$\alpha_D = \arctg\left(\frac{0,03}{3,14 \times 0,22}\right) = \arctg 0,043 = 2^\circ 46',$$

$$\alpha_d = \arctg\left(\frac{0,09}{3,14 \times 0,04}\right) = \arctg 0,716 = 55^\circ 4'$$

Середнє значення кута підйому гвинтових ліній витку шнеку визначаємо за формулою:

$$\alpha_{CP} = 0,5 \cdot (\alpha_D + \alpha_d) = 0,5 \cdot (2^\circ 46' + 55^\circ 4') = 29^\circ$$

Допоміжні величини становлять:

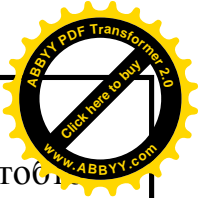
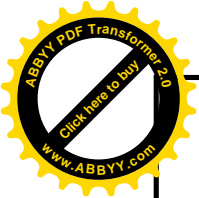
$$\cos^2 29^\circ = 0,99^2 = 0,76, \quad \text{tg} 29^\circ = 0,55, \quad \sin 2 \times 29^\circ = 0,84$$

Коефіцієнт відставання часток матеріалу у осьовому напрямку:

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha - 0,5 \cdot f \cdot \sin 2\alpha) = 1 - (0,76 - 0,95 \cdot 0,3 \cdot 0,84) = 0,479$$

Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень

					Арк.
					53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Згинальний момент у витку шнека по внутрішньому контуру, тобто біля валу, визначаємо за формулою:

$$M_3 = \frac{P_{MAX} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}}$$

де P_{MAX} - максимальний тиск, який створює шнек; $a = \frac{D}{d}$ - відношення

діаметрів шнека і валу, $a = \frac{220}{40} = 5,5$

$$M_3 = \frac{0,2 \cdot 10^6 \cdot 0,22^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 5,5^{-4} - 1,2 \cdot 5,5^{-2} - 5,2 \ln 5,5}{1,3 + 0,7 \cdot 5,5^{-2}} = 1586 (H \cdot m^2)$$

Витки шнеку будуть виготовлені із 12Х18Н10Т, для якої допустиме напруження при згині можемо прийняти рівним допустимому напруженню при розтягу, тобто $125 \cdot 10^6$ (Па). Тоді товщину витка шнеку визначаємо за формулою:

$$[\sigma] = \pm \frac{6 \cdot M_3}{\delta^2} \quad \text{звідки}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 1586}{125 \cdot 10^6}} = 0,006 = 6 (мм)$$

приймаємо $\delta = 6 (мм)$

Крутний момент при робочих витках шнеку визначаємо за наступною формулою:

$$M_{KP} = 0,131 \cdot m \cdot (1 - Ko) \cdot P_{MAX} \cdot (D^3 - d^3) \cdot tg \alpha$$

де m - число максимально навантажених кроків шнека; Ko - коефіцієнт відставання; P_{MAX} - максимальний тиск, який розвиває шнек, α - кут підйому гвинтової лінії витку шнеку, $\alpha = 30^0$

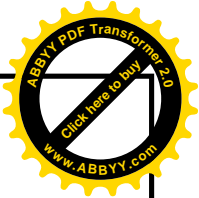
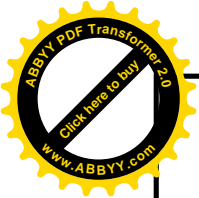
$$Ko = 1 - (\cos^2 \alpha - 0,5 \cdot f \cdot \sin 2\alpha)$$

де f - коефіцієнт тертя продукту по шнеку.

$$Ko = 1 - (0,76 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,84) = 0,366$$

$$M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot (1 - 0,366) \cdot 0,2 \cdot 10^6 \cdot (0,2^3 - 0,02^3) \cdot 0,55 = 146 (H \cdot m)$$

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



Осьове зусилля визначаємо по формулі:

$$S = 0,392 \cdot m \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{MAX} = 0,392 \cdot 2 \cdot (0,22^2 - 0,04^2) \cdot 0,2 \cdot 10^6 = 7338(H.)$$

Нормальні і дотичні напруження валу визначаємо по формулам:

$$\sigma_{СЖ} = \frac{S}{F} = \frac{7338}{0,5 \cdot 0,1^2} = 1,4(MПа)$$

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_p} = \frac{146}{3,14 \cdot 0,1^3} = 4,6(MПа)$$

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою:

$$\sigma_{EKB} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{1,4^2 + 4 \cdot 4,6^2} = 9,3(MПа)$$

і це напруження знаходиться в межах допустимої напруги для матеріалу валу шнека (сталь 12Х18Н10Т).

Для полегшення конструкції шнеку замість суцільного валу можна взяти порожній вал. Наприклад, в даному випадку можемо використати трубу. Нормальні і дотичні напруження порожнього валу визначаємо по формулам:

$$\sigma_{СЖ} = \frac{S}{F} = \frac{7338}{0,5 \cdot (0,1^2 - 0,09^2)} = 7,7(MПа)$$

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_p} = \frac{146}{\frac{3,14 \cdot (0,1^3 - 0,09^3)}{16}} = 2,7(MПа)$$

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою:

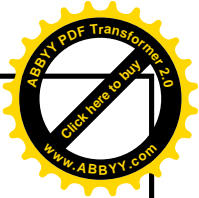
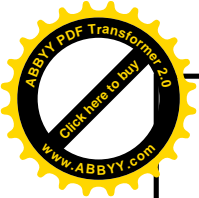
$$\sigma_{EKB} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{7,7^2 + 4 \cdot 2,7^2} = 9,4(MПа)$$

Отримане значення напруги більше раніше знайденого, та менше допустимого.

4.3.5 Розрахунок кулачків

Кількість потоків	Z	2
Осьова відстань	A	176мм.

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



Діаметр кулачка D 220мм.
 Діаметр кулачка в положенні 90° D_1 130мм.
 Крок T 1(2)
 Зазор між стінкою та кулачком δ 1мм.
 Радіус R 110мм.

$$A = \frac{D}{2} + \frac{D_1}{2} + \delta = \frac{220}{2} + \frac{130}{2} + 1 = 176\text{мм.}$$

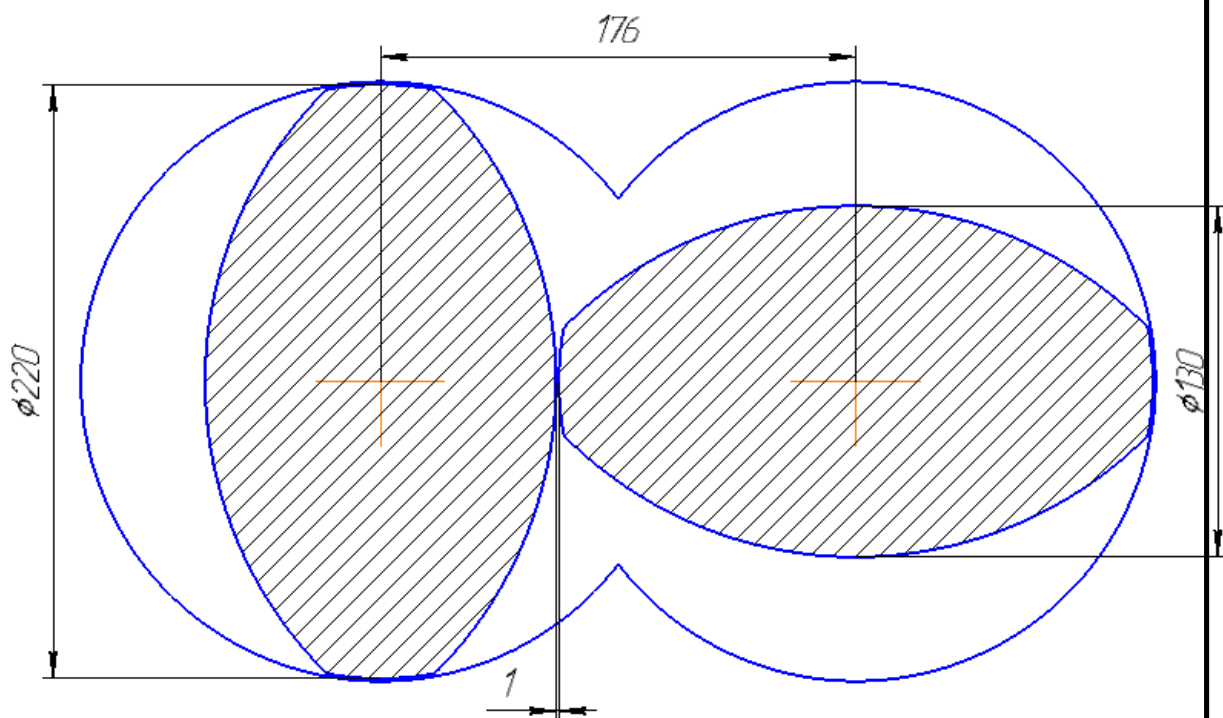


Рис.4.3 Розріз кулачків.

4.3.6 Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини

Вихідні дані:

Потужність на шнеку $N=1.8$ кВт;

Частота обертання шнеку та кулачків – $n_{\text{вих}} = 30$ об/хв.;

Термін служби – 4 років;

Число робочих змін за добу – 3.

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

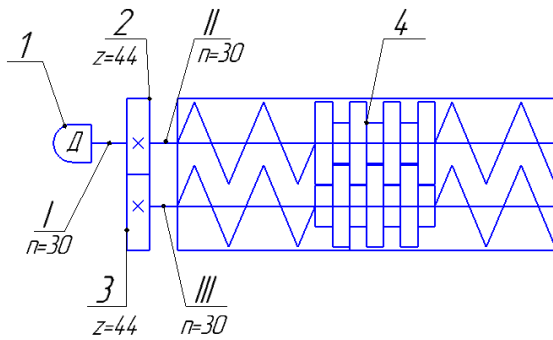


Рис.4.4. Кінематична схема приводу тістомісильної машини.

1.Мотор-редуктор; 2. Зубчаста передача; 3.Вал; 4. Підшипникова опора.

1. Крутний момент на вихідному валу :

$$T_{вих} = \frac{N_{вих}}{\omega_{вих}} \quad \text{де } \omega_{вих} = \frac{\pi \cdot n_{вих}}{30} = \frac{3,14 \cdot 30}{30} = 3,14 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Тоді: $T_{вих} = \frac{1800}{3,14} = 573,24 \text{ Нм.}$

2. Потужність двигуна розраховуємо за формулою :

$$N_{двигуна} = \frac{N_{вих}}{\eta_{привода}} = \frac{1800}{0,737} = 2442 \text{ Вт};$$

де $\eta_{привода} = \eta_{редуктора} \cdot \eta_{зуб.} \cdot \eta_{п.} \cdot \eta_{п.} = 0,8 \cdot 0,94 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,737;$

$\eta_{редуктора}$. – ККД мотор-редуктора (0,8)

$\eta_{зуб.}$. – ККД прямозубої циліндричної зубчатої передачі (0,94) ;

$\eta_{п.}$. – ККД пари підшипників (0,99) ;

Підбираємо мотор-редуктор за наступними характеристиками:

$T_1=546 \text{ Нм}; n=30 \text{ об/хв. } N_{двигуна}=3.0 \text{ кВт.}$

Приймаємо мотор-редуктор SEWEURODRIVE R77DRE112M4/AL, у

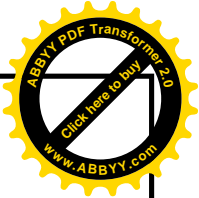
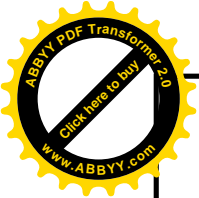
якого $T_1=660 \text{ Нм}; n=30 \text{ об/хв. } N_{двигуна}=3.0 \text{ кВт. SEW}=1,25, m=71 \text{ кг.}; i=33,47.$

3. Знаходимо загальне передаточне число :

$$u_{пр} = \frac{n_{двигуна}}{n_{вих}} = \frac{1455}{30} = 48,5;$$

Передаточне число привода складається з добутку передаточних чисел мотор-редуктора і прямозубої відкритої циліндричної передачі.

					Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



Оскільки $i_{редуктора} = 48,5$. Тоді: $i_2 = \frac{u_{привода}}{i_{редуктора}} = \frac{48,5}{1} = 48,5$

Прямозуба передача необхідна для забезпечення сталої кількості обертів другого валу.

4. Розраховуємо потужності на окремих валах машини :

$$N_1 = N_{двигуна} = 2442(\text{Вт}) ;$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{редуктора} = 2442 \cdot 0,8 = 1954(\text{Вт}) ;$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{п.} \cdot \eta_{зуб.} = 1954 \cdot 0,99 \cdot 0,94 = 1818(\text{Вт}) ;$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{п} = 1818 \cdot 0,99 = 1800(\text{Вт}) ;$$

Потужність $N_4 = 1800 \text{Вт}$ розподіляється одночасно між двома шнеками.

5. Розраховуємо частоту обертів окремих валів машини:

$$n_1 = n_{об} = 1455 (\text{об} / \text{хв}) ;$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{ред}} = \frac{1455}{48,5} = 30(\text{об} / \text{хв}) ;$$

$$n_3 = n_2 = 30(\text{об} / \text{хв}) ; \quad n_4 = \frac{n_3}{i_{зуб}} = \frac{30}{1} = 30(\text{об} / \text{хв})$$

6. Визначаємо кутові швидкості на окремих валах машини.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1455}{30} = 152,29(\text{рад} / \text{с})$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{ред}} = \frac{152,29}{48,5} = 3,14(\text{рад} / \text{с})$$

$$\omega_3 = \omega_2 = 3,14(\text{рад} / \text{с}) \quad \omega_4 = \frac{\omega_3}{i_{зуб}} = \frac{3,14}{1} = 3,14(\text{рад} / \text{с})$$

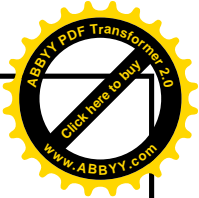
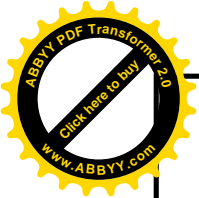
7. Знаходимо крутні моменти на окремих валах привода :

$$T_4 = 40259(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_3 = \frac{T_4}{\eta_{зуб} \cdot \eta_n \cdot i_{зуб}} = \frac{402,59}{0,94 \cdot 0,99 \cdot 1} = 432,61(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_2 = \frac{T_3}{\eta_n} = \frac{432,61}{0,99} = 437(\text{Н} \cdot \text{м})$$

					Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



$$T_1 = \frac{T_2}{\eta_{ред.} \cdot i_{ред.}} = \frac{432.61}{0.8 \cdot 30.89} = 17.5 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Заносимо всі отримані дані в таблицю для подальшої зручності їх використання.

Таблиця отриманих значень

Таблиця 4.1.

Номер вала	Потужність N,Вт	Частота обертання n,об/хв	Кутові швидкості, рад/с	Крутний момент Т, Н·м	Передаточне число
I	2442	1455	152,29	17.5	
II	1954	30	3,14	437	48,5
III	1818	30	3,14	432.61	1
IV	1800	30	3,14	402.59	

8. Визначаємо загальну кількість часів роботи приводу

$$\sum t = 8 \cdot c \cdot 365 \cdot L \cdot K_{рiч} \cdot K_{доб}$$

,де c=8-кількість годин у зміні.

$$\sum t = 8 \cdot 3 \cdot 365 \cdot 4 \cdot 0,75 \cdot 0,88 = 23126 \text{ годин}$$

$$t_{екв} = t_{\Sigma} \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_i}{T_H} \right)^3 \frac{t_i}{t_H} t_{екв} =$$

$$23126 (1^3 \cdot 0,4 + 0,7^3 \cdot 0,4 + 0,47^3 \cdot 0,2) = 12903 \text{ годин.}$$

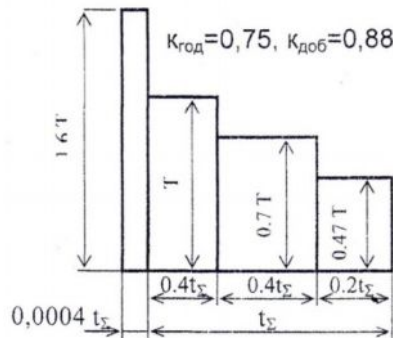
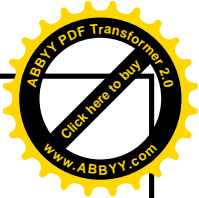
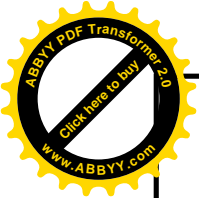


Рис.4.5. Графік навантаження приводу машини.

					Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59



4.3.7 Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів

Для розпилення рідких компонентів потрібно підібрати форсунку. Я підібрав форсунку фірми «Lechler» серії 422. Форсунки цієї серії мають ряд особливостей. Вони мають тангенціальний підвід рідини, відсутність вбудованих елементів, нечутливість до забивання форсунки, стабільний кут конуса розпилу, рівномірне розпилення.

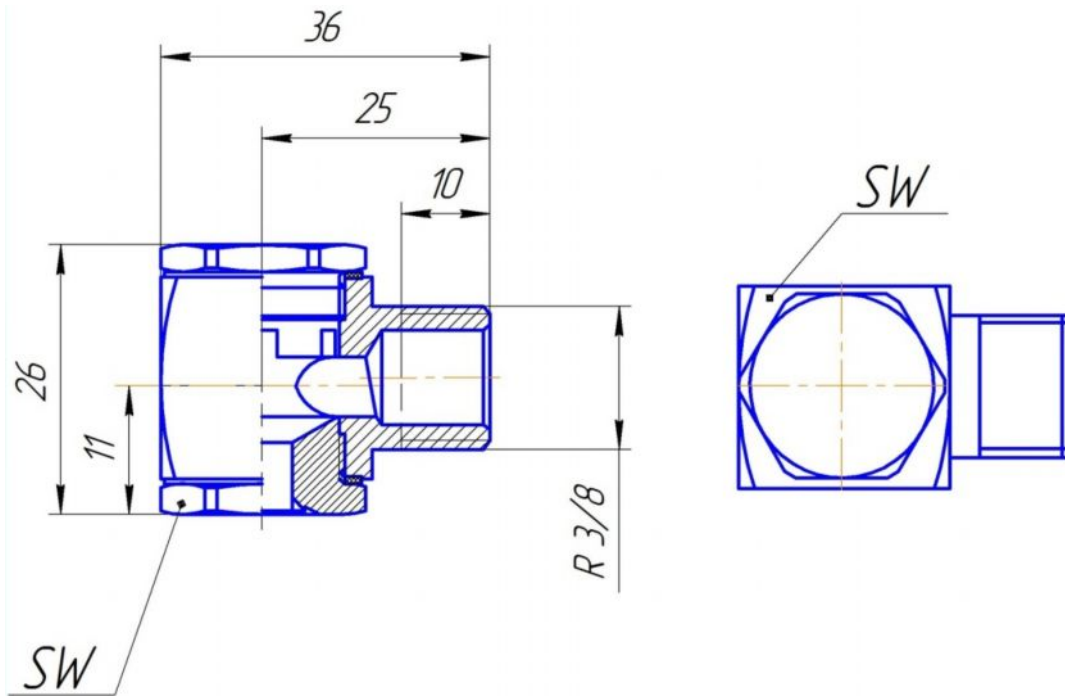


Рис. 4.6. Ескіз форсунки.

SW=19

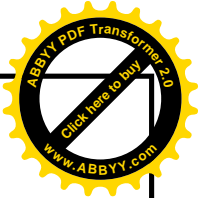
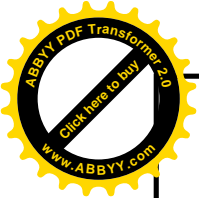
При тиску $P=1$ бар., буде розпилюватись $V=2.23$ л/хв. рідини. Діаметр струменю при $P=1$ бар та висоті конуса $H=200$ мм становитиме $D=380$ мм. Всі данні було взято з каталогу фірми.

4.4 Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання

4.4.1 Монтаж тістомісильної машини

Виробничий процес монтажу обладнання це сукупність операцій, в результаті яких вихідні вироби машинобудування перетворюються в

					Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60



змонтований агрегат. Виробничий процес монтажу тістомісильної машини полягає в установці на фундамент (або без нього) та мотор-редуктора. Тістомісильної машини надходить на монтаж в зібраному вигляді. Він встановлюється на попередньо підготовленому фундаменті і прикріплюється гайками з шайбою до анкерних болтів. Потім на спеціальному фундаменті встановлюють мотор-редуктор.

Перед пуском машини перевіряють затяжку болтових з'єднань: приводу мотор-редуктора місильних органів, контролюють міцність кріплення підшипників; змащують всі необхідні органи машини; встановлюють огороження приводу і надійно його кріплять; перевіряють натяг приводних механізмів приводу місильних органів. Потім вручну перевіряють, чи вільно обертаються місильні органи. Включають машину на холостому ході, короткочасно натискаючи на кнопку "Пуск". При роботі машини не повинно бути стукоту, вібрації. При підключенні мотор-редуктора необхідно перевірити напрямок обертання місильних органів. Потім машину короткочасно прокручують і в разі її нормальної роботи ставлять на обкатку без навантаження протягом 2-3 годин. Після пробного пуску та усунення помічених недоліків приступають до експлуатації.

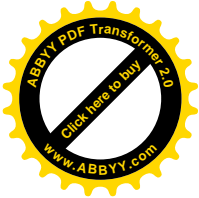
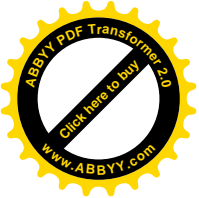
4.4.2 Експлуатація тістомісильної машини

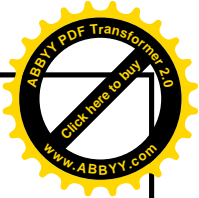
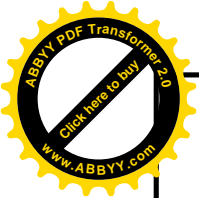
Правила технічної експлуатації тістомісильної машини включають: забезпечення зовнішніх умов його роботи (відповідність приміщень, чистота, температура, вологість, чистота повітря та інше).

Основні правила експлуатації тістомісильної машини:

- забезпечення належного стану робочого місця;
- підтримка обладнання в чистоті, своєчасне і правильне змащування;

				•	дотримання допустимих режимів роботи механізмів	Арк.
					<i>Розроблення конструкції тістомісильної</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>машини на базі досліджень</i>	61





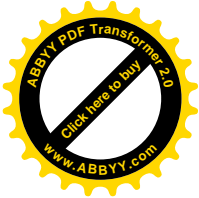
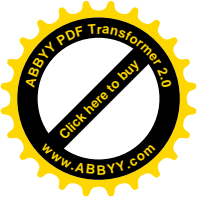
- (навантаження силові, швидкісні, теплові та інші);
- виконання правил управління машиною (пуск, експлуатація, зупинка);
- виконання заходів обумовлених системою планового технічного обслуговування та ремонту обладнання.

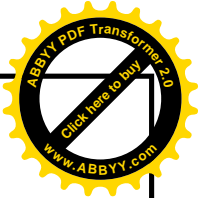
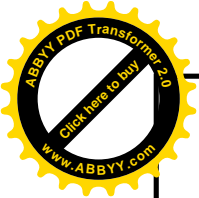
Нагляд за технічним станом обладнання на підприємстві виконує відділ головного механіка, який не лише контролює умови експлуатації, а й готує пропозиції і технічну документацію щодо покращення стану обладнання. Інспекторська служба цього відділу має право зупиняти машини і агрегати при незадовільному їх стані, невірній експлуатації або порушенні графіків планово запобіжного ремонту.

Робітник (оператор) повинен знати конструкцію і взаємодію основних механізмів машин, вміти їх регулювати, виконувати дрібний ремонт, підтримувати в належному стані робоче місце. Від знання і виконання правил експлуатації обладнання кожним робітником, залежить технічний стан тістомісильної машини. Догляд за тістомісильною машиною має найважливіше значення для збереження її працездатності. При належному догляді можна значно збільшити термін служби машини до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник зобов'язаний оглянути машину і перевірити її робочий стан, оглянути місця змащування, наявність в них мастила. При виявленні будь-яких пошкоджень або несправностей робітник доповідає про це майстру. На протязі робочої зміни необхідно виконувати змащення всіх місць, указаних картою змащення даної машини, і маслом, вказаним в інструкції. При централізованому змащенні необхідно слідкувати за тим, щоб масляний резервуар завжди був заповнений мастилом.

4.4.3 Ремонт тістомісильної машини

Під час роботи тістомісильної машини треба слідкувати за характером					Арк.
Розроблення конструкції тістомісильної					
машини на базі досліджень					62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	





роботи. Потрібно слідкувати за температурою підшипників. При появі стороннього шуму в працюючому механізмі необхідно зупинити машину і провести необхідне регулювання. При дрібних пошкодженнях, що не викликають простою, потрібно швидко замінити пошкоджену деталь. Ремонт та технічне обслуговування полягає у комплексі операцій по підтримці працездатності або справності обладнання при його експлуатації за призначенням, зберіганні та транспортуванні. Технічне обслуговування обладнання під час його використання за призначенням виконується відповідно до інструкції по експлуатації, розробленої заводом-виробником. У комплекс робіт по ремонту та технічному обслуговуванню тістомісильної машини, що знаходиться в експлуатації, входять: технічний огляд а вразі виявлення несправності, його ремонт. Технічний догляд, що включає роботи по дотриманню правил пуску, експлуатації та зупинки обладнання, своєчасне змащення окремих вузлів, підтримка належного санітарного стану робочого місця тощо. На кожному робочому місці має бути інструкція технічного догляду за агрегатом. Технічний догляд виконується операторами та іншими робітниками, які безпосередньо працюють за машиною. Технічний нагляд виконується бригадою ремонтників у складі чергових слюсарів, електриків, мастильників та інших. При технічному нагляді виконуються роботи, без яких неможлива нормальна експлуатація обладнання між плановими ремонтами.

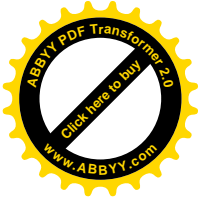
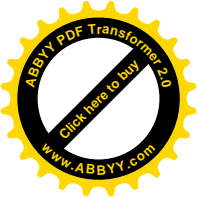
До таких робіт відносяться: регулювання окремих механізмів, підтягування різьбових з'єднань, догляд за арматурою.

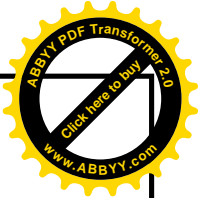
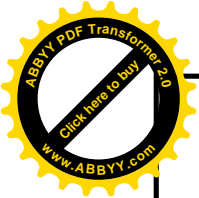
Більшість таких робіт виконується за потребою відповідно до інструкцій по експлуатації. Підвищення якості обслуговування, постійний контроль за експлуатацією обладнання дозволяють зменшити кількість позапланових ремонтних робіт.

До виробничого процесу ремонту тістомісильної машини входять основні технологічні процеси: очищення, розбирання, миття, контроль

Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень

					Арк.
					63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	





сортування, ремонт і відновлення деталей та спряжень, комплектування, складання, обкатка та інше, а також підготовчі та супутні процеси: матеріально-технічне постачання, забезпечення функціонування верстатного та іншого обладнання, доставка і відправлення об'єктів, що ремонтуються (при умові транспортування об'єктів ремонтним підприємством), та інше.

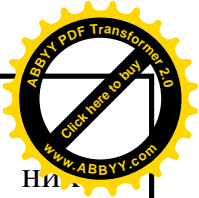
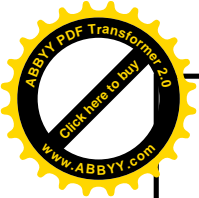
Перед ремонтом тістомісильної машини необхідно провести огляд обладнання і виявити всі дефекти. Дефекти виявляють під час огляду, а також на основі аналізу записів в журналі механіка та слюсарів-ремонтників. До початку ремонту заготовляють змінні деталі та інструменти.

Перед ремонтом машини і її розбиранням, обладнання відмикають від електромережі, сітки технологічних комунікацій, від'єднують привід, роз'єднують напівмуфти валу двигуна, спорожняють мастило з резервуарів системи змащення. На силовому шиті електроживлення вивішують табличку: «Не вмикати - працюють люди».

Основні правила розбирання тістомісильної машини:

- розбиранню підлягає лише той вузол або той механізм, який підлягає ремонту (повне розбирання виконується лише при капітальному ремонті);
- перед розбиранням необхідно ознайомитись з технічним паспортом, кінематичною схемою, кресленнями основних деталей і визначити порядок розбирання. Рекомендується також попередньо скласти план розбирання по одному із методів: послідовному чи паралельно-послідовному;
- в процесі розбирання проводиться та складається відомість дефектів;
- починають розбирати машину із зняття кожухів, кришок, запобіжних щитків, щоб відкрити доступ до вузла, що підлягає розбиранню;

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		64



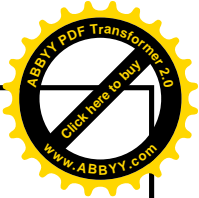
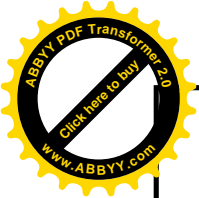
- в разі розбирання декількох вузлів, деталі кожного з них складаються при зніманні громіздких деталей і вузлів необхідно користуватися вантажопідйомними механізмами;
- для полегшення розбирання спряжень, потрібно користуватись спеціальними пристроями, знімачами, інструментами та спеціальними механізмами.

Висновок до розділу:

На базі проведених досліджень запропонована конструкція тістомісильної машини з кулачковим робочим органом для покращеного тістоготування. Проведені розрахунки продуктивності тістомісильної машини безперервної дії, розрахунки машини на міцність та розрахунки основних елементів конструкції такі як: робочі органи - шнек, кулачки; геометричні параметри. Підібрана силова установка – двигун та редуктор і форсунка для розпилення рідких компонентів.

В розділі надані данні про експлуатацію тістомісильної машини її монтаж та ремонт.

					<i>Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65



5. Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини

Вихідні дані для розрахунку

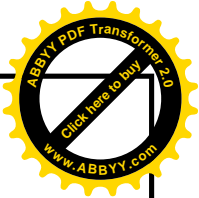
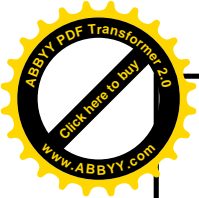
Для впровадження тістомісильної машини безперервної дії в виробництво потрібно ознайомитись з основними показниками економічної ефективності: загальні капітальні вкладення, термін окупності, прибуток, підвищення продуктивності праці, річний економічний ефект.

Необхідно розраховувати і проаналізувати ряд додаткових показників, які характеризують хлібопекарське підприємство і додатково дають необхідні дані для аналізу його технічних, економічних та інші переваги і недоліків.

Таблиця 5.1

№	Показники	Одиниця виміру	До впровадження	Після провадження
1	Обсяг виробництва	т/добу	3	5
2	Кількість діб роботи лінії на рік	діб	330	330
3	Кількість змін роботи	зміна	2	2
4	Кількість працюючих на лінії в зміну	чоловік	3	3
5	Ціна на сировину:			
	борошно вищ. гат.	грн/т	4400	4400
	олія	грн/кг	13,5	13,5
	цукор	грн/кг	14	14
	дріжджі	грн/кг	5,3	5,3
	вода	грн/м3	4	4
	сіль	грн/кг	2,6	2,6
6	Потужність електрообладнання лінії	кВт	350	350
7	Вартість 1 кВт/год	грн.	2	2

					<i>180243.ДП.17.005.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	<i>Медвідь В.В</i>				<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	<i>Теличкун В.І.</i>						66	106
Керівник						<i>НУХТ</i>		
Н. Контр.						<i>ОХ-2-5М</i>		
Затверд.	<i>Гавва О.М.</i>							



5.1 Розрахунок обсягу капітальних витрат (інвестицій)

Капітальні витрати (початкові інвестиції) на впровадження проекту визначаються на основі кошторисно-фінансових розрахунків і містять:

- витрати на винахідницькі, геологорозвідувальні і проектні роботи - 4-5% загальної кошторисної вартості об'єкта;
- вартість об'єктів основного виробництва визначається: для будівель виходячи з кубатури основного корпусу і вартості 1 м³ будівель;
- вартість обладнання - за ринковими цінами з урахуванням транспортних витрат (5% вартості обладнання), заготівельно-складських витрат (1,0-1,25% вартості обладнання), монтажу (8-10%), проектних робіт (3-4%) вартості обладнання, засобів автоматизації.

Вартість інших робіт і витрат становить: очищення території — 0,5-1,0%; втрати на виробничий, господарський інвентар та інструмент -1,5-4% вартості обладнання.

Витрати на основні матеріали, куповані вироби і напівфабрикати розраховуємо за формулою

$$V_M = P_M \cdot M_M / K_B$$

де P_M - вартість 1кг матеріалів з урахуванням транспортно-заготівельних витрат;

M_M - маса матеріалів, кг;

K_B - коефіцієнт використання матеріалів (0,6-0,8).

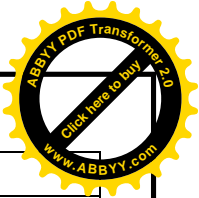
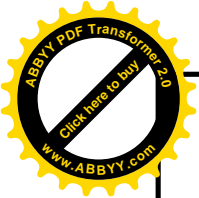
В нашому випадку вартість нового обладнання (тістомісильної машини) буде складатись з таких вартостей матеріалів і комплектуючих:

$$V_M = V_{метала} + V_{заслонок} + V_{роб.орг.} + 2V_{форсунок} + V_{редуктор} + V_{автоматики}$$

Розрахунок вартості тістомісильної машини

Таблиця 5.2

Одиниця матеріалу	Одиниця виміру	Ціна одиниці, грн	Кількість	Коефіцієнт використання	Загальна Вартість, грн..
Нержавіюча	кг	95	328	0,8	25000
<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 67



сталь					
Гума	кг	10	45	0,9	500
Заслінка	шт	4000	1	-	4000
Редуктор	шт	11900	1	0,9	11900
Форсунка	шт	2800	2	-	5600
Автоматика	-	-	-	-	5000
Сума					52035

Повну собівартість нового обладнання розраховуємо за формулою:

$$C_{II} = B_M + B_i = 52035 + 52035 \cdot \frac{65}{100} = 52035 + 33822 = 85857 \text{ грн.}$$

де B_M - витрати на основні матеріали, куповані вироби і напівфабрикати, грн;

B_i - витрати по заробітній платі, устаткуванню та експлуатації обладнання, цехові, загальнозаводські та позавиробничі витрати (приймаємо 650% від B_M).

Оптово-відпускну ціну нової машини визначаємо з урахуванням розрахункового прибутку (15%), тобто:

$$C = C_{II} \cdot 1,15 = 85857 \cdot 1,15 \approx 100000 \text{ грн.}$$

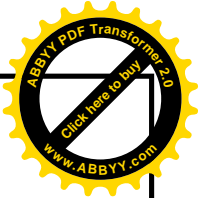
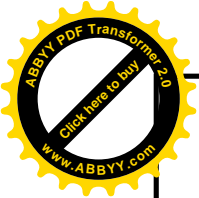
Розрахуємо загальну вартість лінії, яка включає вартість нового обладнання, спроектованої машини (екструдера), а також визначаємо од-ночасні додаткові (нові) капітальні витрати (початкові інвестиції):

Витрати на придбання та встановлення обладнання

Таблиця 5.3

Обладнання	Тістоподільник	Тістомісильна машина	конвеєр	піч
Ціна, грн	50000	100000	8000	1000000
Транспортні витрати (5%)	1000	5000	400	9000
Заготівельно-складські витрати(1%)	180	1000	80	1000
Витрати на монтаж (8%)	1496	8000	640	7976
Витрати на проектні роботи (3%)	561	3000	240	2991
Витрати на інструмент (2%)	374	2000	160	1994
Сума, грн	53611	119000	9520	1020969
Загальна сума, грн	1203100			

					<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68



5.2 Розрахунок обсягу виробництва і реалізації продукції

Для розрахунку обсягу виробництва у натуральному виразі в розрізі асортименту товарної продукції підприємства користуємось показниками, на основі чого обсяг виробництва в проектному варіанті розраховуємо за формулою:

$$A = N_T \cdot F_{\max} \cdot K_{\text{викор}} = 3 \cdot 330 \cdot 1 = 990 \text{ т/рік}$$

де $N_T=3$ - норма технічної продуктивності підприємства;

$F_{\max}=330$ діб - максимальний фонд робочого часу підприємства;

$K_{\text{викор}}=1$ - коефіцієнт використання потужності.

5.3 Розрахунок чисельності працюючих і фонду заробітної плати

Під час проектування будівництва підприємства (цеху) необхідно визначити чисельність працюючих та розміри фонду їх заробітної плати за категоріями промислово-виробничого персоналу (спеціалісти, робітники, службовці та ін.).

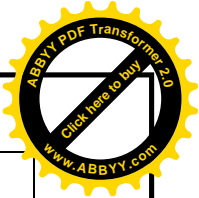
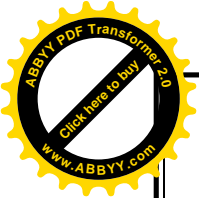
Чисельність спеціалістів, службовців, учнів, МОП, охорони визначається па основі діючих нормативів, типових структур апарату управління згідно з типовими проектами залежно від категорії підприємства. Проте в ринкових умовах за різних форм власності структуру апарату управління, чисельність спеціалістів залежно від виробничих умов кожне підприємство може визначати самостійно. В нашому випадку кількість змін.

Таблиця 5.4

Розрахунок фонду заробітної плати

Річний фонд заробітної плати, всього		99000	110880	114840
Вислуга років 6%		486	540	552

					<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69



Фонд додаткової заробітної плати, грн	Умови праці 6%	486	540	552
	Оплата щорічних і додаткових відпусток 7% 70%	567	630	644
	За роботу у вихідні 50 % святкові дні 100 %	4050	4500	4600
		8100	9000	9200
	За роботу у вечірні та нічні години 31,6 %	2511	2808,32	2908,76
	Премії 50%	4050	4500	4600
Кількість днів роботи підприємства на рік		330	330	330
Тривалість робочої зміни, год		12	12	12
Годинна тарифна ставка, грн		26	28	29,0
Тарифний розряд		IV	IV	IV
Явочна кількість робітників.		1	1	1
Професії		Тістороб	Оператор	Пекар

Розрахуємо загальну заробітну плату на лінії:

$$ЗП_{заг} = 99000 + 110880 + 114840 = 324720 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату на 1 тону продукції:

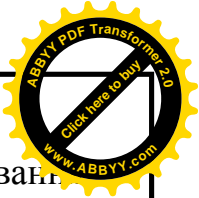
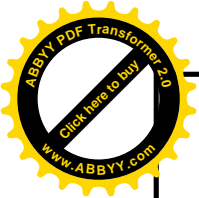
$$ЗП^T = ЗП_{заг} / A = 324720 / 990 = 328 \text{ грн./т}$$

5.4 Розрахунок собівартості продукції.

Відрахування на соціальне страхування

Величину відрахувань на соціальне страхування визначати виходячи з наведених розрахунків по заробітній платі і встановлених чинним

законодавством нормативів нарахувань на соціальні потреби.					Арк.
Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини					70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



За заводськими даними відрахування на соціальне страхування становлять 38,3 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$328 \cdot 0.383 = 125,6 \text{ грн/т}$$

Розрахунок зміни витрат на електроенергію:

$$B_{ел} = ((N_{містоміс} \cdot K_{вук} + N_{екст} \cdot K_{вук} + N_{транс} \cdot K_{вук} + N_{печи} \cdot K_{вук}) \cdot K_{втр} \cdot K_{ч} \cdot T \cdot Ц_e) / K_{кд} =$$

$$= ((5 \cdot 0,9 + 6 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,9 + 55 \cdot 0,95) \cdot 1,06 \cdot 0,85 \cdot 7920 \cdot 2) / 0,9 = 987806 \text{ грн}$$

Розрахуємо витрати електроенергії на 1 тону продукції:

$$B_{ел}^T = B_{ел} / Прод = 987806 / 990 = 998 \text{ грн./т}$$

де N - встановлена потужність машини, кВт;

K_{вук} - коефіцієнт використання потужності електродвигуна - 0,7-0,9;

K_{втр} - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в електромережі заводу - 1,06;

K_ч - коефіцієнт завантаження електродвигуна в часі;

T- річний фонд роботи обладнання, год.;

Ц_e - вартість 1 кВт-год електроенергії, грн;

K_{кд} - коефіцієнт корисної дії електродвигуна - 0,9.

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання становлять 6% від вартості обладнання, а норма амортизації – 21,9 % на рік, що в сумі дорівнює 27,9%.

При вартості лінії 1203100 тис грн :

$$1203100 \cdot 27,9 / 100 = 335665 \text{ грн/рік}$$

Витрати на тону складатимуть:

$$335665 / 990 = 340 \text{ грн/тону}$$

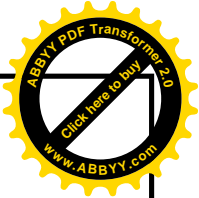
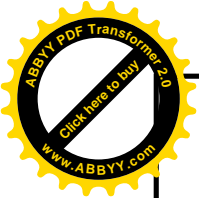
Витрати на підготовку і освоєння виробництва

Витрати на підготовку і освоєння виробництва складатимуть 16.6% від ціни обладнання, тобто **1203100**·16.6 / 100 = 199715 грн.

На 1 тону продукції ці витрати становитимуть:

$$199715/990=201,7 \text{ грн/т}$$

					<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71



Витрати на охорону праці

Витрати на охорону праці складають 5 % від вартості обладнання

$$1203100 \cdot 5/100 = 60155 \text{ грн.}$$

На 1 тону продукції ці витрати становитимуть:

$$60155/990 = 60,8 \text{ грн./т}$$

Сировина і основні матеріали

Вихід хліба становить 136%, тобто зі 100 кг борошна отримуємо 136 кг готової продукції.

Таблиця 5.5

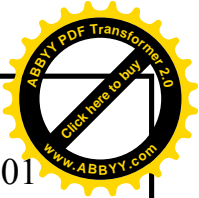
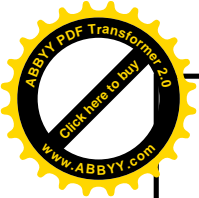
Витрати на сировину

Сировина	Ціна за 1 кг, грн.	Норма витрат	Витрати на 1 т борошна, кг	Сума, грн
Борошно	8,94	100	735,29	6573
Сіль	2,6	1,4	10,29	26,75
Цукор	14	6	44,12	617,6
Дріжджі	5,3	1,3	9,56	50,67
Вода	4	50	367,645	1470
Олія	13,5	6	44,12	595,6
Всього				
Транспортно-заготівельні витрати				
на борошно	7,23		735,29	5,32
на сировину	95,2		119,12	11,34
Всього				9351

Зворотні відходи

В цій статті враховують відходи виробництва від сировини і напівфабрикатів, які утворилися під час виготовлення продукції і можуть бути використані на підприємстві або бути продані іншому споживачеві.

					<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



Приймаємо кількість відходів 1% від тони виробів, що дорівнює 0.01 тони. Щоб отримати величину цих відходів у вартісному вигляді, треба їх кількість помножити на половину вартості брошна:

$$0.01 \cdot 9351 / 2 = 46,76 \text{ грн/т}$$

Таблиця 5.6

Статті витрат собівартості продукції

№	Статті витрат	Витрати, грн/т
1	Сировина (в тому числі транспортні витрати)	9351
2	Зворотні відходи	- 46,76
3	Електроенергія	998
4	Основна заробітна плата	328
5	Відрахування на соціальне страхування	36,232
6	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	340
7	Витрати на підготовку і освоєння виробництва	201
8	Витрати на охорону праці	60,8
Виробнича собівартість		11357,64
9	Витрати на збут (11,5 %)	1249,34
10	Адміністративні витрати (6,7%)	420
Повна собівартість		13026,98

5.5 Визначення основних показників економічної ефективності

Приймаємо рентабельність продукції R=15%, тоді прибуток на тону виробів буде становити:

$$Pr^1 = R \cdot C,$$

де C – повна собівартість тони виробів.

$$Pr^1 = 0.15 \cdot 13026,89 = 1954,047 \text{ грн.}$$

Прибуток за 1 рік $Pr^1 = 990 \cdot 1954,047 = 1934506,53 \text{ грн.}$

З урахуванням податку на прибуток

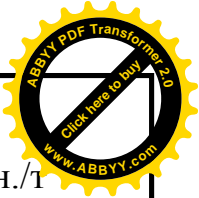
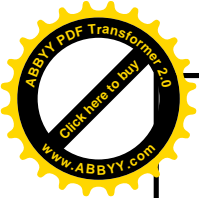
$$Pr = 0.18 \cdot Pr^1 = 0.18 \cdot 1954,047 = 351 \text{ грн.}$$

За 1 рік ця величина становитиме

$$351 \cdot 990 = 347490 \text{ грн.}$$

Оптову ціну виробів розраховуємо за формулою:

					Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73



$$Ц=C+(R+ПДВ) \cdot C = 13026,98+(0,15+0,2) \cdot 13026,98= 17586,42 \text{ грн./г}$$

5.6 Розрахунок доцільності капітальних вкладень з урахуванням дисконтування проекту протягом терміну його служби.

За основу беремо попередні розрахунки:

- 1). Капітальні витрати $K=1203100$ грн.
- 2). Балансовий прибуток = $1934506,53$ грн.
- 3). Додатковий прибуток за відрахуванням податку $Пр = 347460$ грн.
- 4). Амортизація $Ам = 1203100 \cdot 0.219 = 263478,9$ грн.
- 5). Життєвий цикл заходу $T=100 / 21.9 = 4.56$ року ≈ 5 років.
- 6). Ставка дисконту $p = 20 \%$.

Розрахуємо чистий грошовий потік:

$$ЧГП = (Пр + Ам)/ПДВ = (347460 + 263478,9)/1,2 = 509115,75 \text{ грн}$$

Чистий приведений дохід (ЧПД):

$$ЧПД = \sum_{i=1}^n \frac{ЧГП_i}{(1+p)^T} - 1,$$

де $\frac{1}{(1+p)^T} = \alpha_i$ - коефіцієнт дисконтування;

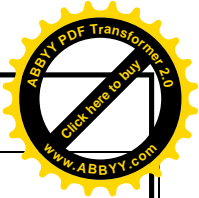
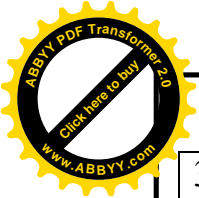
$$ЧПД = \sum_{i=1}^n ЧГП_i \cdot \alpha_i - I.$$

Розрахунки зводимо в табл. 10.7

Таблиця 5.7

Показники	Роки						Всього, грн
	0	1	2	3	4	5	
1. Інвестиції (I)	1203100	-	-	-	-	-	1202100
2. Чистий грошовий потік (ЧГП)	-	509115,75	509115,75	509115,75	509115,75	509115,75	2545578,75

					Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74



3.	1,0	0,833	0,694	0,578	0,482	0,402	
$\alpha_t = 1 / (1 + p)^t$ при $p = 0,2$ (20%)							
4. ТВ	-	424093,4	353326,3	294268,9	245393,7	204664,53	1521746,53
Кумулятивний потік	120310 0	265524,2	711200,6	1082383,6	1391916,8	1650075,2	

ЧТВ = 1650075,2 грн. ЧТВ більший від 0 - проект можна рекомендувати до впровадження.

Індекс (коефіцієнт) прибутковості:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{TB_t}{(1+i)^t}}{I} = \frac{1521746,53}{1203100} = 1,27$$

Тобто з 1 грн. інвестицій ми отримуємо 1,27 грн. дисконтованого чистого грошового потоку за весь період життєвого циклу проекту. PI більший одиниці. Інвестування є доцільним.

Розрахуємо індекс доходності (ІД):

$$ID = ЧТВ / I = 1650075,2 / 269416 = 6,125$$

Розрахуємо період окупності:

а) недисконтований:

$$PO_{\text{недиск}} = \frac{I}{ЧГП} = \frac{1203100}{509115,75} = 2,36 \text{ року.}$$

б) дисконтований:

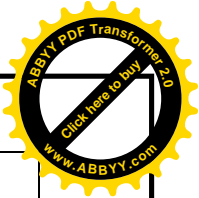
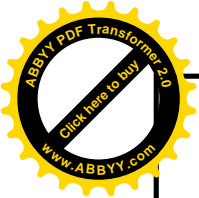
$$PO_{\text{недиск}} = \frac{I}{\sum_{t=1}^n \frac{ЧГП_t}{(1+p)^T \cdot n}} = \frac{1203100}{1521746,53 : 5 \text{ років}} = 3,95 \text{ року.}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 10.8:

Таблиця 5.8

Показники:	Одиниця виміру	Проект
1. Виробнича потужність	т/добу	5
2. Явочна кількість робітників	чол	3

					Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75



3. Додаткові капітальні витрати	тис.грн	1,203,100
4. Додатковий дохід	тис.грн	347,460
5. Термін окупності:	роки	
-недисконтований		2,36
-дисконтований		3,95
6. Індекс прибутковості		1,27
7. Індекс доходності		6,125

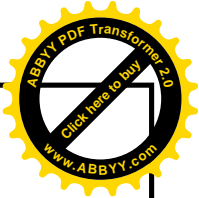
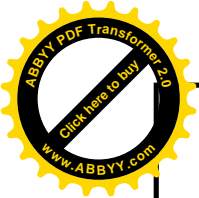
Висновок до розділу;

Впровадження тістомісильної машини безперервної дії з комбінованим кулачковим робочим органом в лінію хлібопекарського підприємства збільшить його продуктивність і за цим і прибуток.

В результаті лінії недисконтований період окупності складає 2,36 року, а дисконтований період окупності – 3,95 року. І 2,36 і 3,95 менше 5 років, період окупності в межах життєвого циклу проекту.

Тобто, за показниками чистого приведеного доходу, періоду окупності, індексу доходності та індексу прибутковості проект можна рекомендувати до впровадження.

					<i>Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76



6. Охорона праці та Охорона довкілля

Вступ

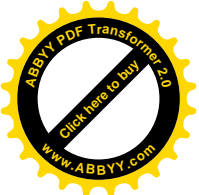
14 жовтня 1992 року були прийняті Закон України "Про охорону праці" і "Кодекс законів про охорону праці". З 1 січня 2003 року діє новий Закон України " Про охорону праці" з поправками та корективами, метою яких є врегулювання та встановлення відповідних умов праці персоналу.

На будь-якому підприємстві передбачено проведення інструктажів з техніки безпеки.

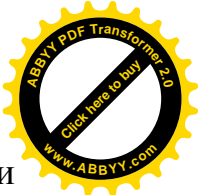
Існують такі види інструктажів:

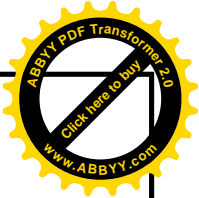
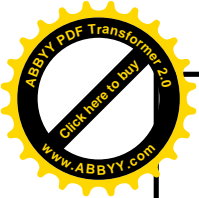
- вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками які прийняті на роботу. Проводить інженер по ОП або людина, призначена наказом для проведення цієї роботи.
- первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу. Проводить майстер чи керівник.
- періодичний інструктаж проводять на робочому місці із усіма працівниками.
- позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або кабінеті охорони праці: при введенні в дію нових або змінених нормативних актів про ОП; при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування; при перерві в роботі більше ніж на 30 діб; при порушенні працівником нормативних актів
- цільовий інструктаж проводять з працівниками : при виконанні разових робіт, при ліквідації наслідків аварії, при виконанні робіт, що оформляються нарядом-допуском.

					<i>180243.ДП.17.006.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Медвідь В.В.</i>			<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Теличкун В.І.</i>					77	106
Керівник						<i>НУХТ</i>		
Н. Контр.						<i>ОХ-2-5М</i>		
Затверд.		<i>Гавва О.М.</i>						



Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання роботи





може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: температури, швидкості руху і відносної вологості. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату.

Допустимі норми мікроклімату подані в таблиці.

Таблиця 6.1.

Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °C на робочих місцях				Відносна вологість φ, %	Швидкість руху повітря, м/с
		Верхня границя		Нижня границя			
		постійних	непостійних	постійних	непостійних		
Оператор БФА	IIa	Холодна пора року					
		2-5	26	22	20	75	Не більше 0,3
		Тепла пора року					
		2-6	28	25	22	65(при 26°C)	0,2-0,4

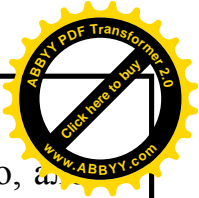
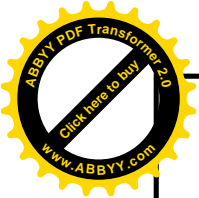
Нормовані параметри мікроклімату встановлюються з урахуванням наявних теплонадлишків залежно від періоду року і категорії робіт за енерговитратами.

У виробничих приміщеннях передбачено вологе прибирання.

Загазованість

Під час роботи тістомісильної машини , а саме під час вивантаження

					Охорона праці та Охорона довкілля	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



тіста на стрічку конвеєра виділяється деяка кількість двоокису вуглецю, а його концентрація незначна, тому загазованість не нормується.

Повітря робочої зони

Мікроклімат. Для підвищення працездатності та збереження здоров'я робітників важливо створити стабільні кліматичні умови за ГОСТ 12.0.005 – 84 ССБТ. Мікроклімат виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, °С; відносною вологістю повітря, %; рухливістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням, Вт/м².

В приміщенні, де встановлені центрифуги, допускаються такі оптимальні параметри:

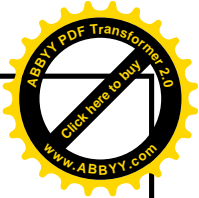
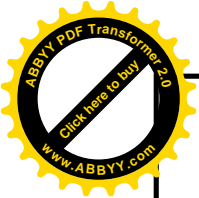
- температура повітря 17...20 °С;
- відносна вологість 40...60 %;
- швидкість руху повітря 0,1 м/с.

Загазованість. При подачі утфелю до центрифуги не виникає утворення газів шкідливих для людського організму.

Запиленість. В продуктовому відділенні підтримуються санітарні норми запиленості повітря — 4 мг/м³. Вибухонебезпечна концентрація пилу — 15...65%.

Вентиляція виробничого приміщення. На підприємстві для створення нормальних санітарно – гігієнічних умов праці приміщення продуктового відділення обладнані припливно – витяжною вентиляцією, яка розрахована на асиміляцію шкідливого повітря, що виділяється від працюючого обладнання, а також надлишкового тепла від сонячного випромінювання з метою забезпечення метеорологічних та санітарно – гігієнічних умов у робочій зоні для періодичного провітрювання, особливо у літній час, в адміністративному та побутовому приміщеннях застосовується природна вентиляція

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Запиленість

Під час роботи тістомісильної машини в повітря пил не потрапляє.

Шум та вібрація.

Гігієнічне нормування шуму на заводі пропонується здійснювати по загальному рівню звуку (в дБА).

Для тістомісильного відділення хлібзаводу рівень звуку складає 88...92 дБА.(лінії)

Тому обладнання що створює шум, по можливості потрібно розташовувати в окремому приміщенні, в якому звуконепроникні стіни. Обладнання слід встановлювати на віброізолюючий фундамент, маса якого підбирається так, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,2 мм/

Рівень інтенсивності звуку L (дБ) визначається за формулою:

$$L = 10 \times \lg \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

де $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² -порогова величина інтенсивності.

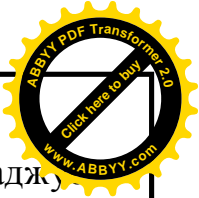
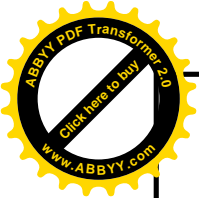
Порогова величина інтенсивності наближено відповідає інтенсивності звуку, який тільки чути (городж звук) в частотній області найбільшої чуттєвості вуха людини (1000 Гц). Рівень звукового тиску L визначають за формулою:

$$L = 20 \times \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

де $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па, пороговий звуковий тиск, який відповідає пороговій

інтенсивності звуку.

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81



Тривалий вплив шуму знижує гостроту слуху та розладжу периферійну та центральну нервові системи, порушує діяльність серцево-судинної системи. Аналогічні функціональні розлади викликає вібрація.

Зменшення вібрації та шуму в тістоготувальному відділенні пропонується досягти рядом заходів: послаблення шуму та вібрації конструктивними, технологічними та експлуатаційними рішеннями, використанням вібропоглинаючих опор (використання у з'єднаннях прокладочних матеріалів, які перешкоджають передачі коливань від одних деталей до інших) та інше.

Крім цього в тістоприготувальному відділенні існує аеродинамічний шум, який виникає при заборі та випуску газу (повітря) в атмосферу, при русі повітряного потоку чи аерозолі в трубопроводах та при пульсації тиску.

Основним заходом боротьби з аеродинамічним шумом може бути зниження швидкостей руху, ліквідація утворювачів завихрень та ін.

Випромінювання

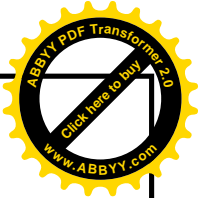
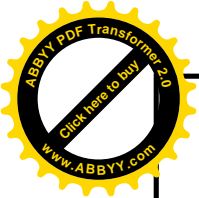
Тістомісильна машина не являється джерелом будь-якого випромінювання.

Освітлення

На території дільниці застосовується два види освітлення – природне (комбіноване) і штучне. Освітлення відповідає вимогам СНиП II-4-79.

Природне освітлення забезпечується через великі вікна. З часом через забрудненість і запиленість скла ефективність природного освітлення знижується до 25...35%. Також велике значення для природного освітлення мають чистота і кольорове оздоблення стін та стелі приміщення. Тому необхідно не рідше, як два рази на рік очищати скло і один раз на рік білити стіни і стелю.

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82



Штучне освітлення утворюється штучними джерелами світла і розподіляється на робоче, аварійне та охоронне. Типи світильників вибрані у відповідності з характеристикою і призначенням приміщень. Розміщення світильників рівномірне по всій площині цеху. Очищення світильників повинен робити електрик 1 раз на місяць. Контроль за освітленістю потрібно проводити не рідше ніж один раз на три місяці. Включення загальної системи - централізоване. Штучне освітлення представлене люмінесцентними лампами, які встановлені поблизу робочих місць.

Люмінесцентне освітлення цеху 200 лк.

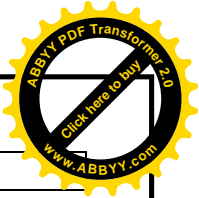
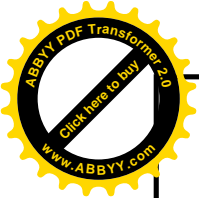
На території бродильно-формувальної ділянки передбачено аварійне освітлення. Воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак ПУЕ. Норма аварійного освітлення 75 лк.

Для проведення ремонтних робіт проведено мережу ремонтного освітлення. Мережа ремонтного освітлення працює при напрузі 36 В. Живлення здійснюється від понижуючих трансформаторів.

Для оператора тістомісильної машини наводимо норми штучного освітлення робочого місця.

Таблиця 6.2.

Професія	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк	
				Комбінована: Газорозрядні лампи.	Загальна: Газорозрядні лампи.
				Лампи розжарювання	Лампи розжарювання
Оператор з	Малої	V	В	400	200/150
<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 83



БФА	точності				
-----	----------	--	--	--	--

Розміщення та безпечна експлуатація технологічного обладнання.

При розміщенні обладнання дотримані вимоги по ширині проходів між обладнанням та будівельними конструкціями, які становлять не менше 1 м. І забезпечують безпечний рух людей та вільний доступ до обладнання.

Всі рухомі та струмоведучі частини та частини обладнання, що обертаються – огорожені.

Передбачено блокування огорожуючих частин з приводом. Блокування забезпечує відключення електродвигуна при знятті огороження.

На території бродильно-формувальної ділянки застосовується обладнання з електродвигунами, тому до нього висуваються жорсткі вимоги з експлуатації та охорони праці.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

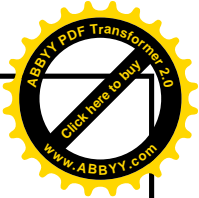
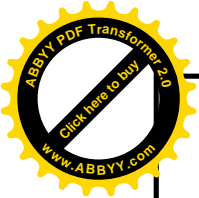
Територія ділянки, що знаходиться в складі хлібзаводу, відповідає СНиП 2.09.04-87, СНиП II-М3-68. На хлібзаводі для забезпечення санітарно-гігієнічних норм передбачені такі побутові приміщення: роздягальні, душові, санвузли, кімната відпочинку, приміщення для прання спецодягу.

Побутові приміщення розміщуються в одній будівлі з виробничим і забезпечуються припливно-витяжною вентиляцією. В адміністративному приміщенні хлібзаводу розміщені медпункт та пункт громадського харчування.

Виходячи з нормативних даних для ділянки, потрібно передбачити: гардеробну з індивідуальною шафою для кожного працівника (на два відділення кожна). До гардеробних мають примикати душові з двома душовими відділеннями кожна. У гардеробних мають бути встановлені по одному умивальнику. Вбиральня може бути одна для чоловіків і жінок, але з

Охорона праці та Охорона довкілля

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



тамбуром, що закривається, та умивальником.

Електробезпека

Дільниця по небезпеці ураження людини електричним струмом та залежно від стану виробничого середовища за "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ) відноситься до категорії з підвищеною небезпекою.

Відповідно проводиться вибір типу і виконання електрообладнання та параметри його роботи.

Основними заходами електробезпеки є

- недоступність основних струмоведучих частин;
- заземлення всіх неструмоведучих елементів електрообладнання;
- швидкодіюче автоматично-захисне відключення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- захисне розділення мережі;
- блокувально-попереджувальна сигналізація з написами і плакатами;
- використання захисних засобів і пристроїв;
- проведення ППР та профілактичних випробувань електричного обладнання;
- проведення організаційних міроприємств (навчання, інструктажі, атестація);
- ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Одним із основних засобів захисту від блискавки є блискавковідводи, які містяться на даху, сприймають удар блискавки і відводять струм блискавки в землю.

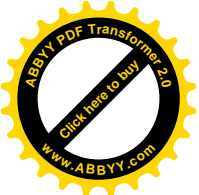
Пожежна безпека

Охорона праці та Охорона довкілля

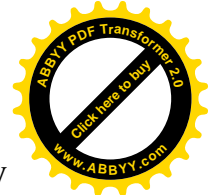
Арк.

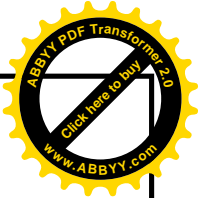
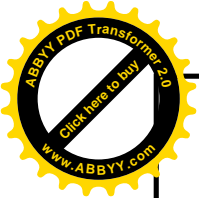
85

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



1. Територія ділянки, що входить до складу цеху по виробництву





хліба, по вибухо-пожежній безпеці відноситься до категорії “В” згідно з нормами технологічного проектування ОНТП 24-86.

2. Ступінь вогнестійкості будівлі для основних цехів не повинен бути нижче III згідно зі СНиП 2.01.02-85.

3. Згідно з ПУЕ клас приміщення та зони вибухопожежної небезпеки - В-Па.

4. Для своєчасного оповіщення про пожежу в цеху передбачена автоматична пожежна сигналізація. В якості автоматичних оповіщувачів прийняті теплові пожежні оповіщувачі ДСП-038. Для ліквідації пожежі в цеху є первинні засоби пожежегасіння. Це пожежні стволи разом з пожежними рукавами, внутрішні пожежні трубопроводи, вогнегасники, лопати, відра, сухий пісок, азбестові ковдри, а також інструменти для розбирання будівельних конструкцій.

5. Розрахунок необхідної кількості води для трьох часового пожежегасіння.

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, [m^3]$$

де: 3600 та 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно години в секунди і літрів в м³.

n₁– витрата води на внутрішнє пожежегасіння, (n₁=5 л/с);

n₂– витрата води на зовнішнє пожежегасіння (n₂=30 л/с), виходячи з того що відділення пожежонебезпекою відноситься до категорії “Б”, ступінь вогнестійкості- “III”, та об`єм приміщення рівний

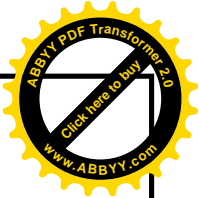
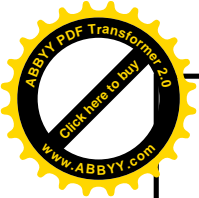
$$V_{пр} = L \cdot S \cdot H$$

де L- довжина; S- ширина; H- висота цеху;

$$V_{пр} = 102 \cdot 54 \cdot 6 = 33048 \text{ м}^3, \text{ то } n_2 = 20 \text{ л/с.}$$

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 20)}{1000} = 270 [m^3]$$

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86



Приймаємо об'єм резервуара з водою 300 м³.

6. У разі пожежі або інших нестандартних ситуацій у цеху має бути не менше двох шляхів евакуації людей. Розташовують виходи з протилежних сторін будівлі або розосереджено. У разі потреби одним з шляхів евакуації може бут вікно з пожежною драбиною або східцями, що ведуть на зовне подвір'я.

Пропозиції щодо покращення умов праці

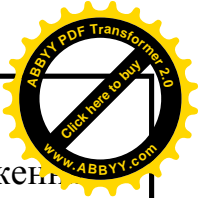
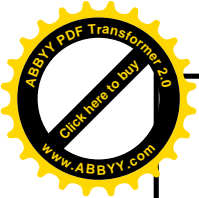
1. Передбачити додаткові огорожі біля небезпечних рухомих частин обладнання.
2. Впровадження технічних засобів захисту від ураження електрострумом.
3. Впровадження централізованого контролю, систем колективного захисту.
4. Забезпечення оптимального мікроклімату приміщення.
5. Організація кабінетів по техніці безпеки, лабораторій.

Охорона довкілля

Екологізація виробництва – це науковий процес, постійного впровадження системи технічних, , організаційних та інших рішень, які дають можливість підвищувати ефективність використання природних ресурсів, поліпшувати або зберігати якість природного середовища на локальному, регіональному та глобальному рівнях.

Під екологізацією технологій розуміють розробку і впровадження у виробництво таких технологій, які при максимальному суміщенні продукції високої якості забезпечували б зберігання екологічної рівноваги в навколишньому середовищі та природному кругообігу речовин і енергії, не допускали б забруднення середовища.

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Основи екологізації складають розробка і впровадження маловідходних, енергетичних та ресурсозберігаючих технологій, як очищення опрацьованого повітря та стічних вод. В основі підходу до екологізації технологічного циклу будь – якого виробництва закладено соціальні, екологічні та економічні принципи.

Хлібопекарська промисловість належить до числа матеріалоємних галузей так як використовує значну кількість природних ресурсів, сировини, водних та паливно – енергетичних ресурсів. Кожне з харчових виробництв в тій чи іншій ступені забруднює навколишнє середовище за рахунок викиду ряду шкідливих речовин в атмосферу, утворення стічних вод і твердих відходів.

Харчова промисловість займає 14 – те місце серед галузей і виробництв промислового циклу за рівнем забруднення навколишнього середовища.

До 10% стічних вод промислових підприємств припадає на долю харчових виробництв.

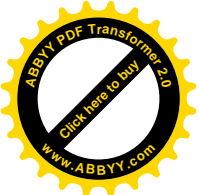
Захист навколишнього середовища на підприємствах хлібопекарської промисловості складається із ряду заходів виявлення джерела забруднення та їх утилізацію.

Підприємства хлібопекарської промисловості можуть бути забруднювачами атмосфери, водойм.

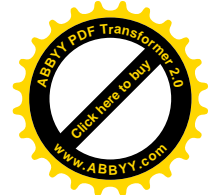
Екологічне обґрунтування доцільності встановлення нової машини.

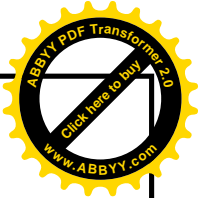
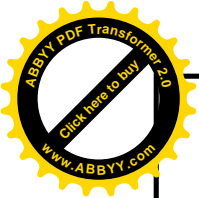
Проектом передбачено встановлення нової тістомісильної машини на лінію виробництва батонів. Нововведення, які використані при заміні вказаного обладнання не впливають негативно на зміну викидів шкідливих речовин та зменшують енерговитрати на приготування одиниці хлібобулочного виробу.

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Всі приведені вище переваги безпосередньо пов'язані з станом





навколишнього середовища. Наприклад, вироблення електричної енергії, яку використовує сконструйоване устаткування, на електростанціях супроводжується викидами в навколишнє середовище шкідливих газів і відходів.

Характеристики викидів підприємства.

Викиди промислових підприємств підрозділяються на неорганізовані і організовані.

Неорганізовані викиди – це викиди газів, пари пилу та стічних вод, які утворюються в результаті нещільностей в апаратах, установках, трубопроводах, комунікаціях, через вікна та двері, особливо при відкритих процесах завантаження і розвантаження продуктів, при погано організованому транспортуванні. Особливо небезпечні для повітряного середовища викиди рідких та газоподібних речовин, які утворюються при порушенні технологічних процесів та інших обставинах.

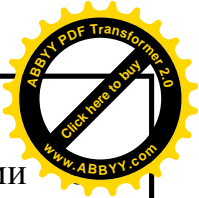
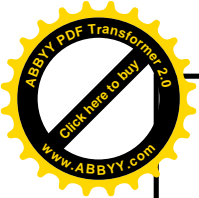
Організовані викиди – це викиди, які відводять від місць їх утворення повітропроводів, газоходів (димові труби, шахти) від технологічного обладнання.

Викиди в атмосферу харчовими підприємствами можна поділити так:

- Викиди, які супроводжуються виділенням енергії та теплоти;
- Викиди цехів по переробці вторинних матеріальних ресурсів;
- Викиди, які супутні основним технологічним процесам.

У хлібопекарських печах використовують переважно природній газ або енергообігрів. На булочно-кондитерському комбінаті використовують

природній газ.				<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
					89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



На хлібокомбінаті специфічними організаційними викидами борошняний пил та цукровий пил, відпрацьовані гази, спалене паливо, гази, які відводяться з компресорно – повітряних установок для отримання стисненого повітря, призначеного для аерозоль транспорту борошна. При бродінні тіста виділяється діоксид вуглецю, який утримує етиловий спирт, альдегіди та складні ефіри. Для уловлювання парів етилового спирту і домішок – гази бродіння повинні проходити через спиртові вловлювачі. В наш час на більшості заводів діоксид вуглецю використовується, як вторинний матеріальний ресурс та направляється в атмосферу, а не в цех готової продукту.

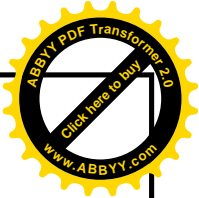
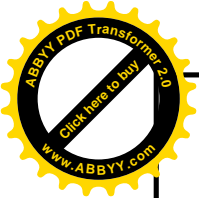
Для контролю за стоками атмосфери розроблені спеціальні санітарно – гігієнічні норми. Основною фізичною характеристикою домішок атмосфери в концентраціях речовини в одиниці об'єму (мг/м^3) повітря при нормальних умовах.

Розрізняють максимальну разову гранично допустиму концентрацію (ГДК) речовин та середньодобову гранично допустиму концентрацію шкідливих речовин.

В таблиці 12.1. наведені значення ГДК деяких найбільш характерних забруднювачів атмосферного повітря.

Табл.6.3.Значення деяких найбільш характерних забруднювачів атмосферного повітря

Речовина	Клас небезпеки	Гранично – допустимі концентрації, мг/м^2	
		ГДК мР	ГДК сд
NO	2	0,085	0,04
CO	4	5,0	3
SO	3	0,5	0,05
Хлор	2	0,1	0,03
Озон	1	0,16	0,003
Аміак	4	0,2	0,04
Спирт			



Метиловий	3	1	0,5
Етиловий	4	5	5
Пил:			
Борошняний	4	0,5	0,150
Цукровий	4	0,5	0,5
Бенз – (а) - пірен	1	-	$1 \cdot 10^{-6}$

Характеристика скидів

Стічні води хлібокомбінату (води використані у виробничому циклі, призначений для спуску у водойми або каналізацію) являють собою складну фізико – хімічну систему. В ній затримуються не тільки розчинні частки, але й частки різного ступеня дисперсності (від 10^{-3} до 10^{-2} м.). Крім зважених часток них міститься значна кількість забруднювачів, розчинних органічного і неорганічного походження.

Стоки хлібокомбінату – багате середовище для мікроорганізмів активного типу. Вони характеризуються наявністю зважених часток (150 мг/л) РН 6,0...7,0 повне біологічне споживання кисню БС = 500....700 мг O_2 /л, хімічне споживання кисню ХС = 600....800 мг O_2 /л.

Виробничі стоки комбінату не повинні порушувати роботу каналізаційних мереж та споруд, сприяючи корозії або відкладенню осадків і концентрація зважених часток не повинно перевищувати 500 мг/л, РН не повинно бути нижче 6,5 і вище 8,5.

Каналізаційні міські системи також потребують повної підготовки стічних вод заводу. Вони тільки приймають механічну очистку через сита, потрапляють на біологічну очистку через сита у системи міської каналізації. Іноді виникає необхідність видалення жирових речовин.

У таблиці 12.2 наведені дані про кількість стічних вод, які утворюються на одиницю продукту.

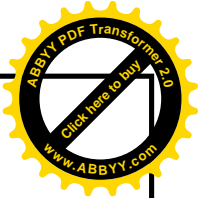
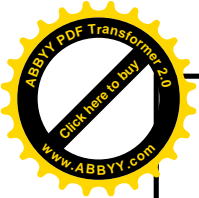


Табл.6.4. Дані про кількість стічних вод, які утворюються на одиницю продукту

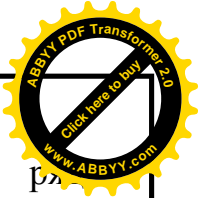
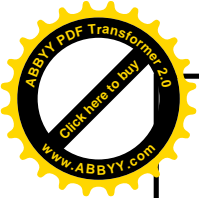
Підприємство	Одиниця продукції	Система водопостачання	Середньорічна кількість стічних вод, що спускаються у водойми на од. продукції.		
			Підлягають очищенню		Всього
			виробничі	побутові	
Х/З продуктивністю 126 т/доб.	1 тонна виробів	Прямоточна	0,83	0,35	1,18
30	1 тонна вир.	Прямоточна	1,89	0,98	2,87
Х/З з кондитерським цехом 46 т/доб.	1 тонна виробів	Прямоточна	1,7	0,79	2,49
40	1 тонна вир.	Прямоточна	1,93	1,21	3,14

Несвоєчасна та неповна переробка вторинних матеріальних ресурсів, а також відходів виробництва призводить до їх псування, інфікуванню, а головне до пагубного впливу на навколишнє середовище. При цьому ступінь забруднення стічних вод різко збільшується із собівартістю продукту.

Висновки до розділу:

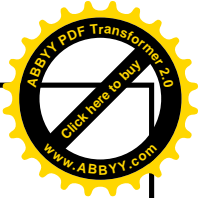
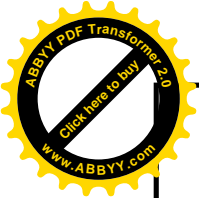
Хлібопекарна та кондитерська промисловості в незначній мірі забруднюють навколишнє середовище. Головним забрудником, є паливно-енергетичний комплекс, силосо-просіювальне відділення та викиди при бродінні тіста і випікання хліба і печива. На всі викиди встановлюються граничні значення. Вони відповідають екологічним нормативам України.

Стічні води підприємства без очищення скидаються у міську каналізаційну мережу. Склад і параметри стічних вод в каналізаційній мережі відповідають умовам складу стічних вод в каналізаційній мережі.



Запропонована конструкція машини дозволяє вирішити ряд екологічних проблем, а саме: зменшення витрати електроенергії, зменшення несприятливих викидів у навколишнє середовище, раціонального використання природних ресурсів, зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище, що вкупі призведе до покращення екологічної ситуації у регіоні.

					<i>Охорона праці та Охорона довкілля</i>	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



7. Технологія машинобудування

7.1. Загальна інформація

Технологічний процес утворення з'єднань складових виробу називають складання машин.

При складанні досягається необхідне взаємне розташування деталей, що поєднуються, відносна нерухомість або рухомість елементів, що сполучаються в конструкції.

Тістомісильна машина безперервної дії складається з окремих частин, з яких найпростішою є деталь, що не має ніяких з'єднань. Вузол - сукупність декількох деталей, що з'єднані і скріплені між собою. Залежно від конструкції вузли можуть бути різної складності.

Деталь або вузол, з якого починається складання, називається базовою деталлю. Базова деталь показує положення всіх інших складальних одиниць. Щоб полегшити процеси складання, використовують технологічні схеми складання, на яких умовно зображена послідовність процесу.

7.2. Вибір вузла та аналіз характеристик виробу

В запропонованому проекті проведено аналіз нової конструкції тістомісильної машини безперервної дії.

Робочі органи тістомісильної машини є відповідальним вузлом конструкції, оскільки забезпечує основний вплив на процес замішування.

В даному розділі розглянуто технологію складання робочого органу тістомісильної машини безперервної дії.

					<i>180243.ДП.17.007.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Медвідь В.В.</i>			<i>Технологія машинобудування</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Теличкун В.І.</i>					94	106
Керівник						<i>НУХТ ОХ-2-5М</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		<i>Гавва О.М.</i>						

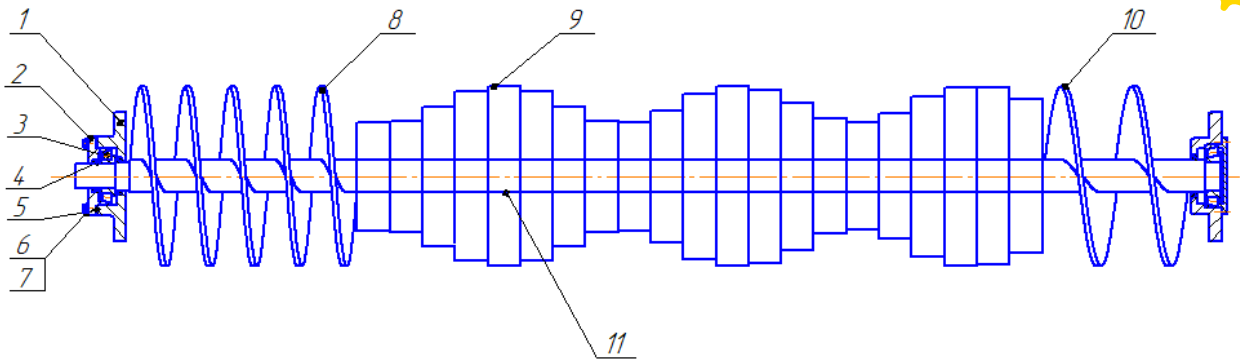
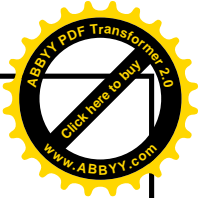
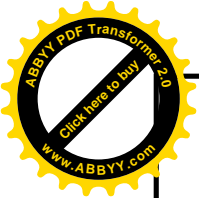


Рис.7.1. Ескіз вузла.

Детальний склад робочого органу тістомісильної машини *Таблиця 7.1*

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей	Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1	Корпус підшипника	1	8	Шнек 1	2
2	Кришка підшипника	2	9	Кулачки	44
3	Підшипник	2	10	Шнек 2	2
4	Ущільнювач	2	11	Вал	2
5	Прокладка	2	12		
6	Болт	12	13		
7	Шайба	12	14		

Вертикальні лінії зі стрілками показують послідовність складання окремих складальних одиниць, а горизонтальна лінія в центрі схеми – послідовність зеднання складальних одиниць 1-го порядку за допомогою стандартних виробів.



Приклад технологічного маршруту складання робочого органу
тістомісильної машини *Таблиця 7. 2.*

№ операції	№ переходу, зміст переходу
10. Збирання корпусу (Ск. 1)	10.1 Установити корпус на складальному стенді й закріпити його 10.2. Очистити посадкові місця від пилу. 10.3. Змонтувати нижню кришку і верхню. 10.4. Переустановити корпус і закріпити.
20. Збирання підшипникового вузла СК2	20.1 Встановити корпус підшипника на каркас і закріпити його. 20.2. Встановити підшипник. 20.3. Встановити ущільнювач в кришку підшипника. 20.4. Встановити прокладку. 20.5. Встановити кришку підшипника . 20.7 Встановити 6 шайб. 20.8. Встановити 6 ботів та закрутити.
30 Збирання Робочого органу. (Ск. 3)	30.1 Установити Шнек №1. 30.2. Установити Кулачки. 30.3. Установити Шнек №2.
40 Збирання підшипникового вузла (Ск. 4)	40.1 Встановити корпус підшипника на каркас і закріпити його. 40.2. Встановити підшипник. 40.3. Встановити ущільнювач в кришку підшипника. 40.4. Встановити прокладку. 40.5. Встановити кришку підшипника . 40.7 Встановити 6 шайб. 40.8. Встановити 6 ботів та закрутити.
50. Контрольна	50.1. Проконтролювати складальні операції робочого органу тістомісильної машини.
60. Консервація	70.1. Змонтувати захисну плівку.

7.3. Розрахунок надійності деталі при експлуатації

Визначити ймовірність безвідмовної роботи кінцевика валу та проаналізувати надійність його роботи.

1. Обираємо критичний переріз кінцевика валу.

					<i>Технологія машинобудування</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

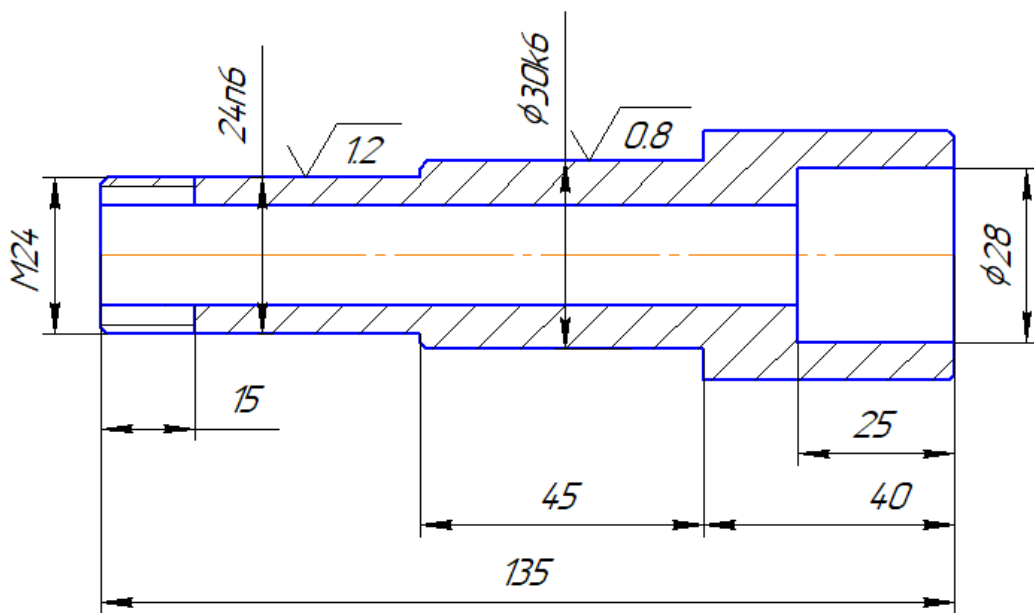
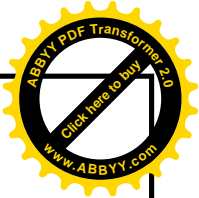
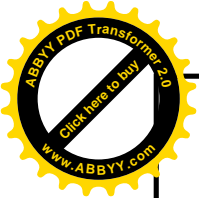


Рис.7.3 Креслення кінцевої частини валу.

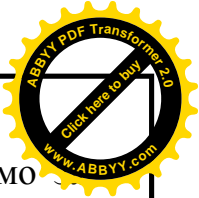
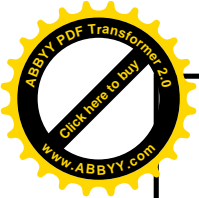
2. За робочим кресленням валу знаходимо геометричні розміри, необхідні для користування таблицями: d_1 та d_2 – діаметри валу, радіус галтелі r_r (а). За довідником знаходимо для матеріалу валу границю міцності при розтягу $\sigma_{вр}$, МПа.

Проведем розрахунок ймовірності безвідмовної роботи кінцевика валу для критичного перерізу в місці переходу діаметрів (галтелі), у якого: $d_1 = 24$ мм, $d_2 = 30$ мм, радіус галтелі $r_r = 0,5$ мм. З довідника знаходимо для сталі 45 значення $\sigma_{вр} = 700$ МПа, а з технічної документації на вузол з'ясуємо, що значення згинаючого та крутного моментів: $M_{зг} = 75$ Н · м; $M_{кр} = 45$ Н · м. Розподіл моментів підпорядковується нормальному закону.

3. Шляхом інтерполяції знаходимо за таблицями 1-3 ефективні коефіцієнти напружень при згинанні та крученні вала для галтелі при вала при $\sigma_{вр} = 700$ Мпа.

$$\frac{r_2}{d_2} = \frac{0,5}{24} = 0,021; \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{30}{24} = 1,25; \quad K_\sigma = 2,68; \quad K_\tau = 1,62.$$

					<i>Технологія машинобудування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98



4. Масштабний фактор при згинанні та крученні вала визначаємо табл. 4 за величиною його меншого діаметра. Для $d_1 = 24$ мм коефіцієнти дорівнюють: $\varepsilon_\sigma = 0,89$; $\varepsilon_\tau = 0,8$.

5. Середні значення амплітуд напружень при згинанні та крученні визначають за формулами:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_{зг}} = \frac{32M_{зг}}{\pi d_2^3} = \frac{32 \cdot 75 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 24^3} = 62,8 \text{ МПа};$$

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{M_{кр}}{0,2d_2^3} = \frac{45 \cdot 10^3}{0,2(30)^3} = 8,3 \text{ МПа},$$

де $W_{зг}$, $W_{кр}$ - момент опору при згинанні та крученні в критичному перерізі вала, мм^3 .

При розрахунку вала із шпонковим пазом $W_{зг} = \frac{\pi d_1}{32} - \frac{bt(d_1 - t)^2}{d_1}$,

$$W_{кр} = \frac{\pi d_1}{16} - \frac{bt(d_1 - t)^2}{d_1}.$$

6. Коефіцієнти запасу міцності при згинанні та крученні вала становить відповідно:

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_u} = \frac{280}{\frac{2,68}{0,89} 51,6} = 1,8;$$

$$n_\tau = \frac{2\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_{кр}} = \frac{2 \cdot 140}{\frac{1,62}{0,8} 18,1} = 7,64;$$

де $\sigma_{-1} = 280$ МПа, $\tau_{-1} = 140$ МПа – границі витривалості матеріалу вала (Сталь 45) відповідно при згинанні та крученні (довідникові дані).

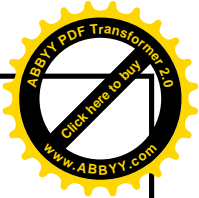
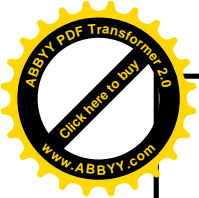
7. Загальний сумарний коефіцієнт запасу міцності визначається за формулою:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 \cdot n_\tau^2}} = \frac{1,8 \cdot 7,64}{\sqrt{1,8^2 \cdot 7,64^2}} = 1,75.$$

8. Середнє квадратичне відхилення амплітуд напружень

$$S_a = \frac{A \cdot \sigma_{зг}}{3} = \frac{0,6 \cdot 62,8}{3} = 12,56 \text{ МПа}, \text{ де } A = \frac{M_{кр}}{M_{зг}} = \frac{45}{75} = 0,6.$$

					<i>Технологія машинобудування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99



9. Коефіцієнт варіації амплітуд

$$v_a = \frac{S_a}{\sigma_{3z}} = \frac{12,56}{62.8} = 0,2.$$

10. Приймаємо сумарний коефіцієнт варіації амплітуд $v_a = 0,2$. Знаходимо за графіком ймовірність відмови (руйнування валу в критичному перетині) при одержаних розрахункових даних ($n = 1,75$; $v_a = 0,2$). Ймовірність руйнування валу в критичному перерізі: $F(t) = 0,08$.

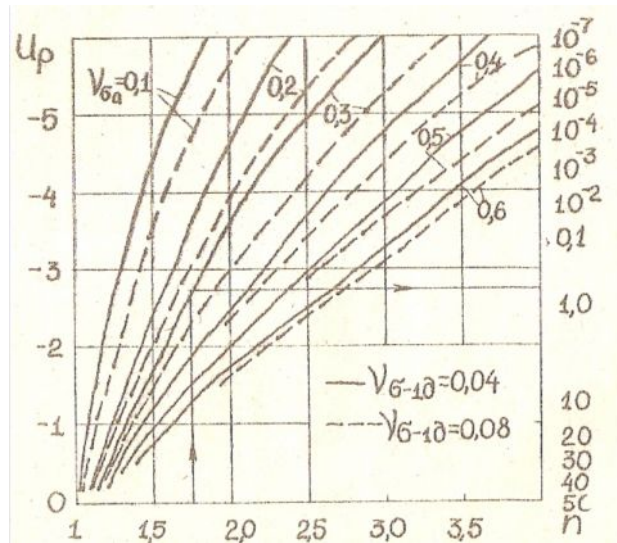
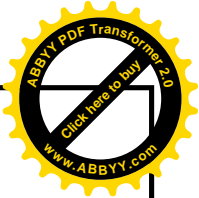
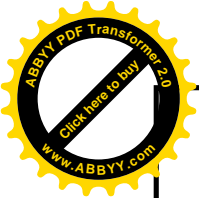


Рис.7.4 Графік ймовірності відмови.

11. Враховуючи співвідношення між ймовірностями безвідмовної роботи і відмов, ймовірність безвідмовної роботи вала становить:

$$P(t) = 1 - F(t) = 100 - 0,08 = 99,2.$$

Одержаний показник свідчить, що вал має високу експлуатаційну надійність.



ВИСНОВКИ

Узагальнюючи теоретичні дослідження та проведені експериментальні, обґрунтована доцільність і технологічна можливість використання кулачкових робочих органів для інтенсифікації механічної обробки тіста при замішуванні як одного із кращих методів поліпшення якості кінцевого продукту тобто хлібобулочного виробу, що дозволяє впливати на реологічні властивості тіста. На базі отриманих результатів досліджень можна зробити такі висновки:

1. Визначено, що зміна реологічних властивостей тіста залежить від інтенсивності замішування робочими органами тістомісильної машини і їх констукцією.

2. Створена тривимірна модель в програмному комплексі FlowVision. Структурно-механічні властивості тіста під час замішування визначені в ході експерименту на ротаційному віскозиметрі РЕОТЕСТ 2.

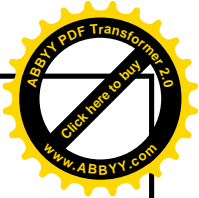
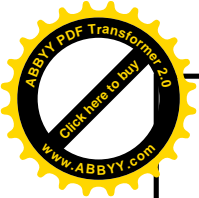
3. Крива течії маси тіста має свої характерні ознаки що пояснюється утворенням і формуванням структури тіста.

4. Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час замішування кулачковими робочими органами тіста носить степеневий характер та лінійно змінюється в часі для значень швидкості зсуву.

5. Показники швидкості зсуву від 0 до 100 с⁻¹ відбувається різкий скачок напруження зсуву від 2000 до 6800 Па, далі в діапазоні швидкості зсуву від 100 до 800 с⁻¹ повільно збільшується до 6950 Па. Зі збільшенням швидкості зсуву від 0 до 800 с⁻¹ в'язкість зменшується за степеневою залежністю.

6. Показники витрат питомої роботи при замішування тіста робочими органами різної конфігурації за параметру стабілізуючої решітки

	2,5%	досягають	22-37 Дж/г.	Підтверджується позитивний ефект від <i>180243.ДП.17.000.ПЗ</i>				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	<i>Медвідь В.В.</i>				ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	<i>Теличкун В.І.</i>						101	106
Керівник						НУХТ		
Н. Контр.						ОХ-2-5М		
Затверд.	<i>Гавва О.М.</i>							

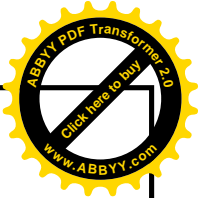
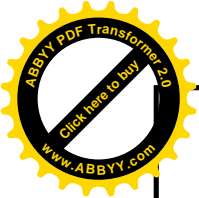


7. посиленої механічної обробки шнековими та кулачковими робочими елементами в процесі замішування.

8. Оптимальна конфігурація робочого органу з кулачковими елементами з дослідів являється: 60 обертів за хвилину валу тістомісильної машини і зазором між стінкою машини і робочими органами 4-8 міліметрів.

9. Запропонована конструкція тістомісильної машини з кулачковим робочим органом для покращеного тістоготування, проведені розрахунки та створений 3Д макет тістомісильної машини безперервної дії.

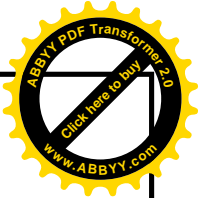
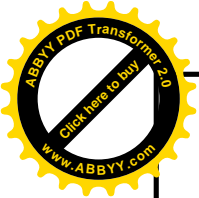
					<i>ВИСНОВКИ</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Список використаних джерел

1. Реологія, пер.(переведення) з англ.(англійський), М., 1962; Рейнер М., Реологія, пер.(переведення) з англ.(англійський), М., 1965; Воларовіч М. П., Малінін Н. І., Дослідження в області феноменологічної реології, «Інженерно-фізичний журнал», 1969, т. 16 № 2; Успіхи реології полімерів, під ред. Р. Ст Віноградова М., 1970; Rheology, v. 1—5, N. Y., 1956—69; Flow properties of blood and other biological systems, Oxf. — [a. o.], 1960.
2. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования: учебник для высш. учеб. заведений: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 208 с.
3. Mani K., Eliasson A., Lindahl L. Rheological properties and bread making quality of wheat flour doughs made with different dough mixers: book for university students: Cereal Chem. 1992. 225 p.
4. Wooding A. R., Martin R. J., Wilson A. J. Effect of sulphur-nitrogen treatments on work input requirements for dough mixing on second season: Proc. 44th RACI Cereal Chemistry Conference, F: 1994. 257 p.
5. Pareyt B. Impact of mixing time and sodium stearyl lactylate on gluten polymerization during baking of wheat flour dough: Food Chemistry: 2013. 179 p.
6. A. Shehzad, H. Chiron Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer: Journal of Food Engineering: 2012. 70 p.
7. Реологічні властивості тіста та хлібопекарські показики якості борошна пшеничних генотипі в залежності від субодиниць високомолекулярних глютенів. Усова З.В. Інститут рослинництва

		ім.В.Я. Юр'єва НААН			212071.ДП.17.000.ПЗ		
Змн.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата			
Розроб.	Медвідь В.В.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун В.І.					103	106
Керівник					<p style="text-align: center;"><i>Список використаних джерел</i></p> <p style="text-align: center;"><i>НУХТ ОХ-2-5М</i></p>		
Н. Контр.							
Затверд.	Гавва О.М.						



9. УДК 664.653 Дорик А. – ст. гр. ХОм-51 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Інтенсифікація процесу замішування тіста.

10. Полторак М. И., Володарский А. В., Сигал М. Н. Технологическое оборудование предприятий хлебопекарной промышленности: Справочник. – Киев: Урожай, 1989. – 200 с.

11. Панфилов А.В., Ураков О.А. Технологические линии пищевых производств: создание технологического потока. – М.: Пищевая промышленность, 1996. – 472 с.: ил.

12. Геррман Х. Шнековые машины в технологии. ФРГ, 1972. Пер. с нем. под ред. Л. М. Фридмана. Л. «Химия», 1975.

13. Connelly R. K. Examination of the mixing ability of single and twin screw mixers using 2D finite element method simulation with particle tracking / R. K. Connelly, J. L. Kokini // Journal of Food Engineering 79. – 2007. – pp. 956-969.

14. Ким В. С. Теория и практика экструзии полимеров. – М.: Химия, Колос, 2005. – 568 с., ил.

15. Проектирование экструзионных машин с учетом качества резинотехнических изделий: монография / М. В. Соколов, А. С. Клинков, П. С. Беяев, В. Г. Однолько. – М.: "Издательство Машиностроение-1", 2007. – 292 с.

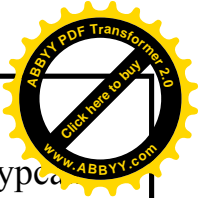
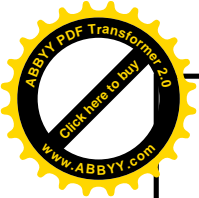
16. Лісовенко О. Т. Технологічне обладнання хлібопекарних і макаронних виробництв. / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І.М. Литовченко // – К.: Наукова думка, 2000. – 281с.

17. Shehzad A. Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer: Journal of Food Engineering: 2012. 70 p.

18. Haraszia R. Differential mixing action effects on functional properties and polymeric protein size distribution of wheat dough: Journal of Cereal Science: 2008. 51 p.

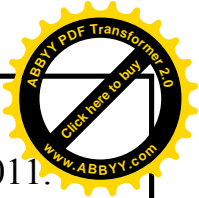
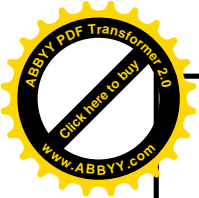
Список використаних джерел

						Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



19. Использование средств компьютерного моделирования в курсах механики жидкости и газа: Учебно-методическое пособие / Сост. Кондратин Т.В., Ткаченко Б.К., Березникова М.В. и др.-М.: МФТИ, 2005.-112 с.
20. Ambroziak Zegmunt. Some aspects of the rheological properties of dough / Zegmunt Ambroziak // Riv. Soc. Ital. sci. alim. – 1999. - No2. - p. 73-82.
21. Рейнер М. Реология / М. Рейнер; пер. с англ. Н. И. Малинина. – М.: Наука, 1965. – 224 с.
22. Реология пищевых масс / К. П. Гуськов, Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин, Л. Н. Лунин. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 207 с.
23. Мачихин Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 216 с.
24. www.readingbakery.com.
25. www.readco.com.
26. www.exactmixing.com.
27. www.bakingbusiness.com.
28. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: Навч. посіб. — К.: Руслана, 1998. — 416 с.
29. Гальперин Д.М., Горбатов В.М., Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт оборудования.- М.: Пищевая промышленность, 1975-576с.
30. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.-Х.: Высшая школа . Из-во при ХГУ, 1988.-142с.
31. Co-Rotating Twin-Screw Extruders/Klemens Kohlgruber 170-176 с.
32. Маршалкин ГА. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 448 с.
33. Отраслевой каталог "Оборудование технологическое для хлебопекарной промышленности". — М.: Пищ. пром-сть, 1982. — 353 с.
34. Теличкун Ю. Критериальные зависимости течения газонаполненного теста в цилиндрическом канале / Ю. Теличкун, В.

					<i>Список використаних джерел</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105



Теличкун, А. Кравченко. С. Стефанов // Научни трудове на УХТ. – 2011.

том 58, свитък 3. – С. 319 – 323.

35. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Грачев Ю.П. – М.: Пищ. пром-ть, 1979. – 198 с.

36. Драгилев А.И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное, кондитерское / Драгилев А.И., Хроменков В.М., Чернов М.Е. – М.: Издат. центр Академии, 2006. – 432 с.

37. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. – К.: Логос, 2002. – 365 с.

38. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1981. – 216 с.

39. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств [підручник] / І.Г. Бабанов, О.М. Гавва, О.І. Бабанова та ін. □К.: Видавництво «Сталь», 2015. □600с.

40. Никитин В.С. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности / В.С.Никитин, Ю.М. Бурашников. – М.: Агропромиздат, 1991. – 350 с.

41. Правила з організації і ведення технологічного процесу на хлібопекарських підприємствах. – К.: Основа, 2000. – 39 с.

					<i>Список використаних джерел</i>	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		