

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри МАХФВ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв

на тему: Дослідження процесу перемішування пшеничного тіста з метою удосконалення конструкції робочих органів тістомісильних машин

Виконав: здобувач \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_

Павлішак Назарій Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Теличкун Юлія Станіславівна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім.акад.І.С.Гулого

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових виробництв  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**МАХФВ**

**проф. Гавва О.М.**

**“ ” 2021 року**

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Павлішаку Назарію Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу перемішування пшеничного тіста з метою удосконалення конструкції робочих органів тістомісильних машин

керівник роботи Теличкун Юлія Станіславівна, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “09” листопада 2020 року №935-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021

3. Вихідні дані до роботи Наукова, навчальна та спеціальна література

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

Аналітичний огляд конструкцій існуючого обладнання і технологій. Об'єкт та методики досліджень. Моделювання процесу отримання солоду в апараті барабанного типу. Удосконалення конструкції апарату для пророщування солоду барабанного типу. Монтаж, ремонт та експлуатація апарату для пророщування солоду. Охорона праці. Розрахунок економічної ефективності. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд апарату для пророщування солоду, Шнековий зворушувач, Опорні катки

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Аналітичний огляд конструкцій існуючого обладнання і технологій	20.11.2020	Виконано
2	Об'єкт та методики досліджень	25.11.2020	Виконано
3	Моделювання процесу отримання солоду в апараті барабанного типу	30.11.2020	Виконано
4	Удосконалення конструкції апарату для пророщування солоду барабанного типу	05.12.2020	Виконано
5	Монтаж, ремонт та експлуатація апарату для пророщування солоду	03.01.2021	Виконано
6	Охорона праці	10.01.2021	Виконано
7	Розрахунок економічної ефективності	20.01.2021	Виконано
8	Висновки;	25.01.2021	Виконано
12	Графічна частина	25.01.2021	Виконано

Здобувач

Ткач В.І

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Теличкун В.І

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	
ВСТУП.....	
1. Аналіз процесу замішування та огляд сучасних конструкцій тістомісильних машин безперервної дії.....	
1.1. Теоретичні основи процесу замішування тіста.....	
1.2. Аналіз руху пшеничного тіста в циліндричній ємкості під час замішування методами математичного моделювання.....	
1.3.Огляд сучасного обладнання для замішування тіста.....	
1.4.Аналіз конструкцій робочих органів тістомісильних машинах безперервної дії. ....	
2. Експериментальні установки та методики досліджень .....	
2.1. Процес замішування тіста як об'єкт досліджень.....	
2.2. Експериментальна установка для замішування тіста.....	
2.3. Опис установки ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2.....	
2.4. Методика визначень реологічних характеристик тіста на ротаційному віскозиметрі РЕОТЕСТ 2.....	
2.5. Введення поточних даних та опис дослідження на основі методичних рішень в програмному комплексі FlowVision, кулачкових робочих органів в процесі замішування .....	
3. Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.....	
3.1. Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування на базі установки РЕОТЕСТ 2.....	
3.2. Вплив робочих елементів на процес замішування пшеничного тіста....	
3.3. Імітаційне моделювання замішування тіста кулачковими робочими	

органами у програмному комплексі Flow Vision.....				
19-1714.ДП.0.000ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб		Павлішак Н.І.		
Перевір.		Теличкун Ю.С		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Гавва О.М		
Розрахунково- пояснювальна записка				
		Літ.	Арк.	Акрушів
		НУХТ		

4.	Розроблення конструкції тістомісильної машини.....	
4.1.	Технічне обґрунтування проекту.....	
4.2.	Розроблення конструкції тістомісильної машини для 3-х стадійного замішування тіста.....	
4.3.	Розрахункова частина.....	
4.3.1.	Розрахунок продуктивності тістомісильної машини .....	
4.3.2.	Розрахунок геометричних параметрів машини.....	
4.3.3.	Розрахунок апарату на міцність.....	
4.3.4.	Розрахунок шнека.....	
4.3.5.	Розрахунок кулачків.....	
4.3.6.	Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини.....	
4.3.7.	Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів.....	
4.4.	Монтаж та експлуатація тістомісильної машини.....	
4.4.1	Монтаж тістомісильної машини.....	
4.4.2	Експлуатація тістомісильної машини.....	
4.4.3	Ремонт тістомісильної машини.....	
5.	Економічна ефективність від впровадження проекту тістомісильної машини.....	
5.1.	Розрахунок обсягу капітальних витрат.....	
5.2.	Розрахунок обсягу виробництва і реалізації продукції.....	
5.3.	Розрахунок чисельності працюючих і фонду заробітної плати.....	
5.4.	Розрахунок собівартості продукції.....	
5.5.	Визначення основних показників економічної ефективності.....	
5.6.	Розрахунок доцільності капітальних вкладень з урахуванням дисконтування проекту протягом терміну його служби.....	
6.	Охорона праці та охорона довкілля.....	
	ВИСНОВКИ.....	
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДОДАТКИ.....	

						Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Анотація

Літературний огляд показав, що дослідження питання зміни властивостей тіста під час замішування кулачковими робочими органами недостатні. Тому нами досліджувалась зміна 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. Використання такої машини 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.

**Ключові слова:** замішування, тісто, реологічні властивості, тістомісильна машина, кулачковий робочий орган

## **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.

**Key words:** kneading, dough, rheological properties, kneading machine, cam working body

## 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.

					19-1714.ДП.0.000ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб	Павлішак Н.І.				Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун Ю.С							
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.	Гавва О.М							

Інтенсивним впливом на тісто можна знизити активність мікроорганізмів. Тому вибір, обґрунтування раціональних конструкцій тістомісильних машин та їх робочих параметрів повинні базуватись на поглиблених знаннях властивостей оброблювальних сумішей та механізму впливу робочих органів машини на них.

Для забезпечення раціональної роботи всіх факторів тістоготування доцільно використати моделювання процесу замішування та проведення додаткових експериментів є перспективою для створення нових прогресивних конструкцій.

						Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. А наліз процесу замішування та огляд сучасних 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.

					19-1714.ДП.022.001.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб		Павлішак Н.І.			Аналіз процесу замішування та огляд сучасних конструкцій тістомісильних машин безперервної дії	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Теличкун Ю.С						
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М						

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 кулачкового робочого органу та його остаточний заміс.

Щоб забезпечити тристадійний процес замішування, який базується на сучасних розробках зарубіжних авторів Х. Чешнера та Н. Квенда а також інших. робочий 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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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 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 розпушування;

- 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;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



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,  $\rho$  — густина,  $p$  — тиск,  $\eta$  — коефіцієнт динамічної в'язкості, оператор Лапласа.

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_r}{\partial \tau} + V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_\varphi^2}{r} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + v \left( \nabla^2 V_r - \frac{V_r}{r^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} \right) \\ \frac{\partial V_\varphi}{\partial \tau} + V_r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_\varphi}{\partial z} - \frac{V_r V_\varphi}{r} &= -\frac{1}{r} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + v \left( \nabla^2 V_\varphi + \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} - \frac{V_\varphi}{r^2} \right) (1) \\ \frac{\partial V_z}{\partial \tau} + V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + v \nabla^2 V_z \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_1} (\rho V_1) + \frac{\partial}{\partial x_2} (\rho V_2) + \frac{\partial}{\partial x_3} (\rho V_3) & \\ \frac{\partial V_r}{\partial t} + V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \varphi} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_\varphi^2}{r} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + v \left( \nabla^2 V_r - \frac{V_r}{r^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} \right) \text{ де позначено;} \\ \nabla^2 &= \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} (2) \end{aligned}$$

До рівняння руху (1) слід додати рівняння руху рідини що не стискається, яке в циліндричних координатах запишеться так:

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

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:

$$V_\varphi \gg V_r; \frac{\partial^2 V_\varphi}{\partial r^2} \gg \frac{1}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial r}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi^2}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi}, \frac{V_\varphi}{r^2}; \frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} \gg \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial r}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V_r}{\partial \varphi^2}, \frac{1}{r^2} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi}, \frac{V_r}{r^2}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Внаслідок цього, а також враховуючи, що  $\dot{V}_z = 0$ , рівняння (1), (3) запишуться у спрощеному вигляді так:

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

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 в конструкціях тістомісильних машин має бути передбачена оптимальна конфігурація місильного органу і така частота його обертання, яка б забезпечувала достатньо інтенсивний заміс за короткий проміжок часу. Частота обертання робочого органу має 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 стадійності процесу замісу хлібного тіста більшість 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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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. Замість 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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

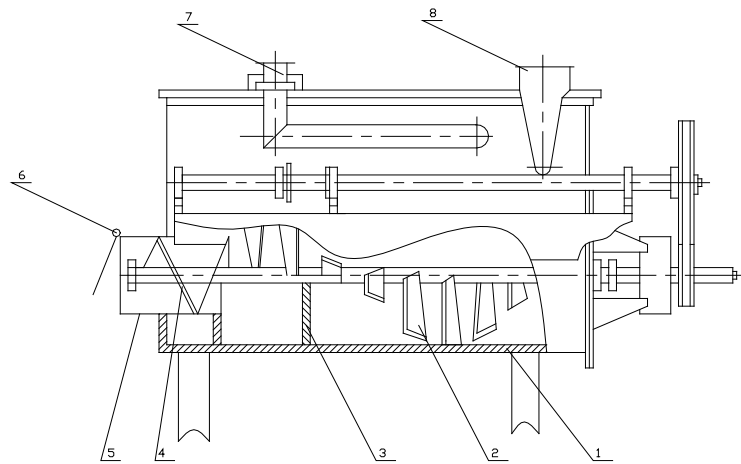


Рис. 1.1. Тістомісильна машина “Хренова”

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

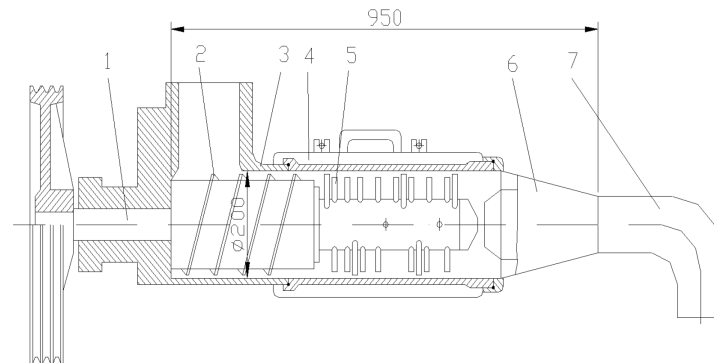


Рис. 1.2. Тістомісильна машина ФТК-1000.

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), оснащену водяним кожухом для лохолодження. На внутрішній поверхні камери закріплені штифти. Камера розкривається за допомогою шарнірів для очищення на дві половинки, повертаючись. 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. Під час обертання

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





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

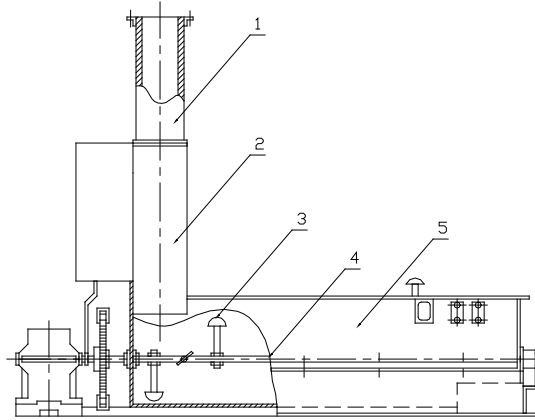


Рис. 1.4. Тістомісильна машина Х-12.

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 патрубку вивантаження 6 вона перемішується 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.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Найбільша частота обертання місильного вала 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 вала. 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 вала і інтенсивність замісу.

*Тістомісильна машина А2-ХТТ* (рис. 1.5.). Призначена виключно для пшеничного тіста, є новою оригінальною машиною, розробленою в УкрНДПродмаші В.С.Горбуновим, П.В. Трушко, І.П. Ткаченком. Замішування проходить послідовно в двох камерах 4 одновальної системи. В першій перемішування виконується чотирьохлопатевими 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 чотирилопатевими дисками і сприймають імпульси для осьового 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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

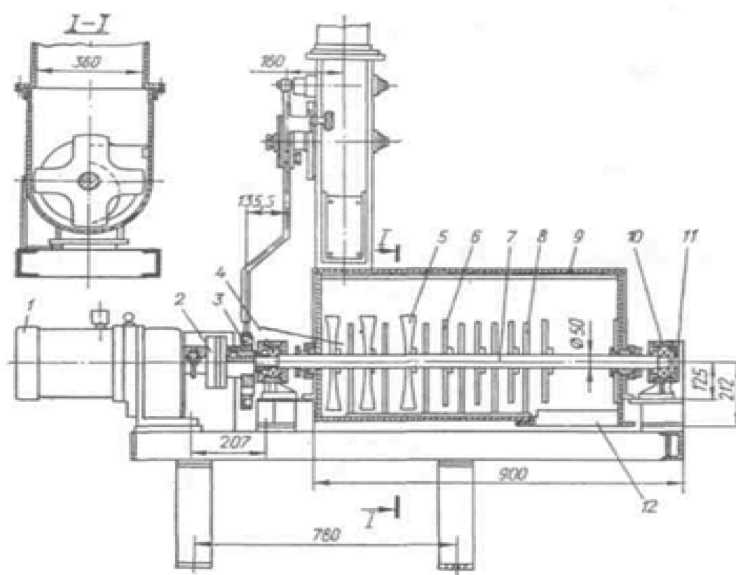


Рис. 1.5 Тістомісильна машина А2-ХТТ

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.*

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



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

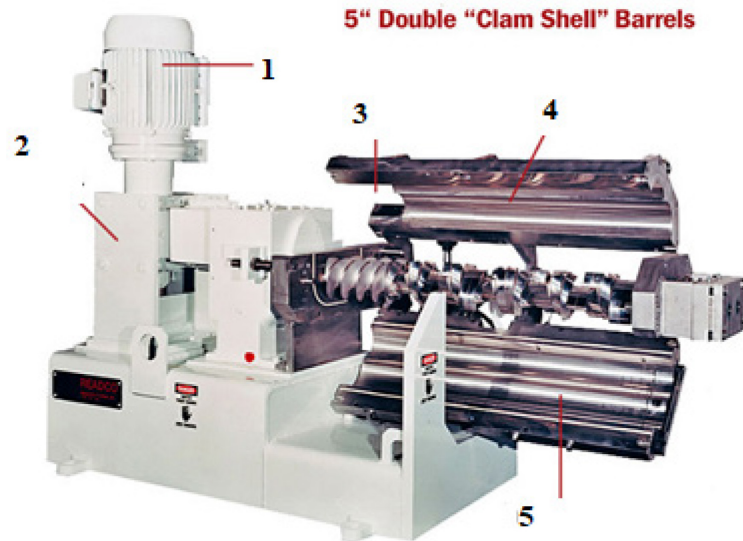


Рис .1,7 Double “Clam Shell” Barrels.

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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

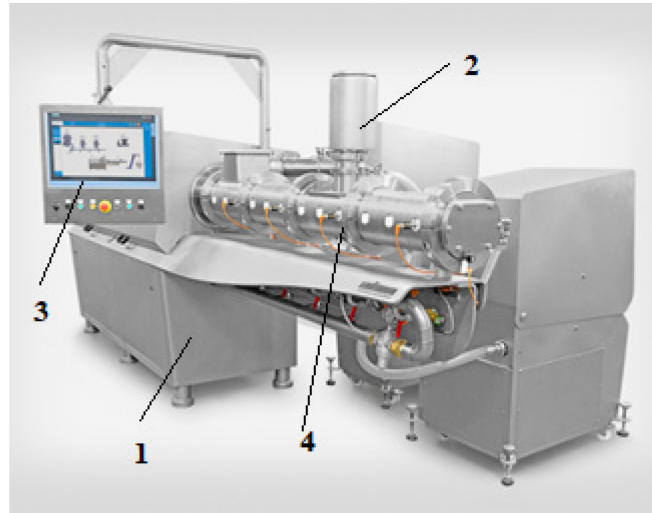
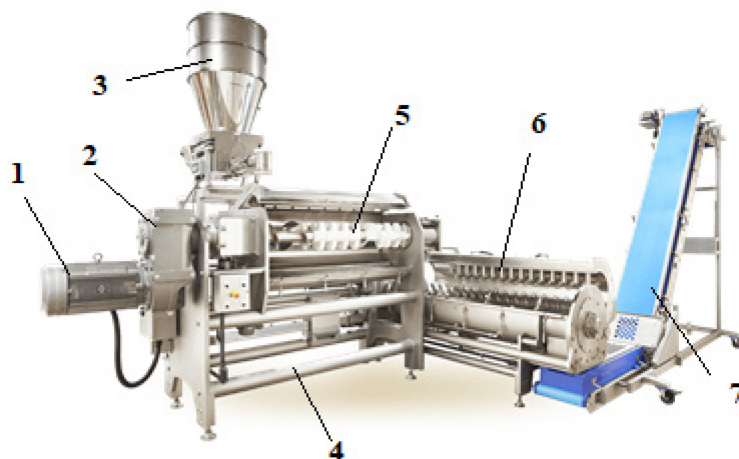


Рис. 1.8 Тістомісильнна машина безперервної дії.

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

[Компания Reading Bakery Systems](#) является мировым лидером в области технологий непрерывного перемешивания. Наши системы непрерывного перемешивания Exact хорошо подходят для производства выпечки, печенья, крекеров, сладостей, пиццы, тортильи, лакомства для домашних животных, а также хлебобулочных изделий. Мы также предлагаем решения для непрерывного перемешивания не хлебобулочных изделий, таких как протеиновые батончики, арахисовое масло, глазурь и лакомства для домашних животных.



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 1.9 Безперервне змішувальне обладнання.

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

#### 1.4. Аналіз робочих органів тістомісильних машинах безперервної дії.

Розглянувши конструкції машин ми бачимо що всі вони здійснюють інтенсивне замішування тіста, з пластифікацією, яка забезпечується екструдуванням 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

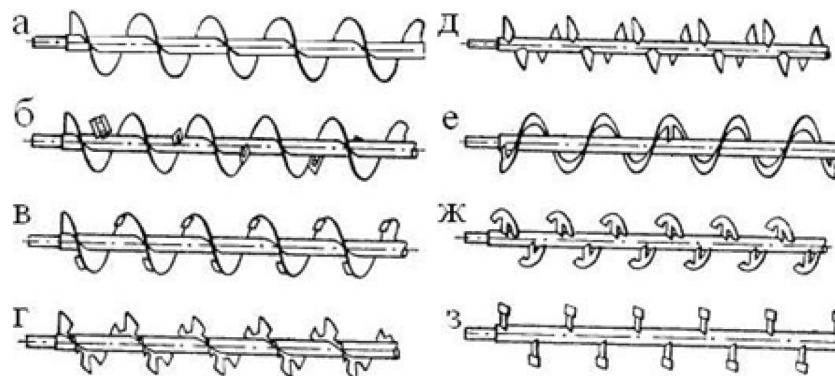


Рис.1.10. Геометричні форм шнекових робочих органів.

Звичайний транспортуючий шнек зображений на рис.1.10.а. шляхом монтажу напрямних пластин, лопатей і кулачків відповідно до рис.1.10 б, в. Транспортування сипкого 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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 (лопатовий 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 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

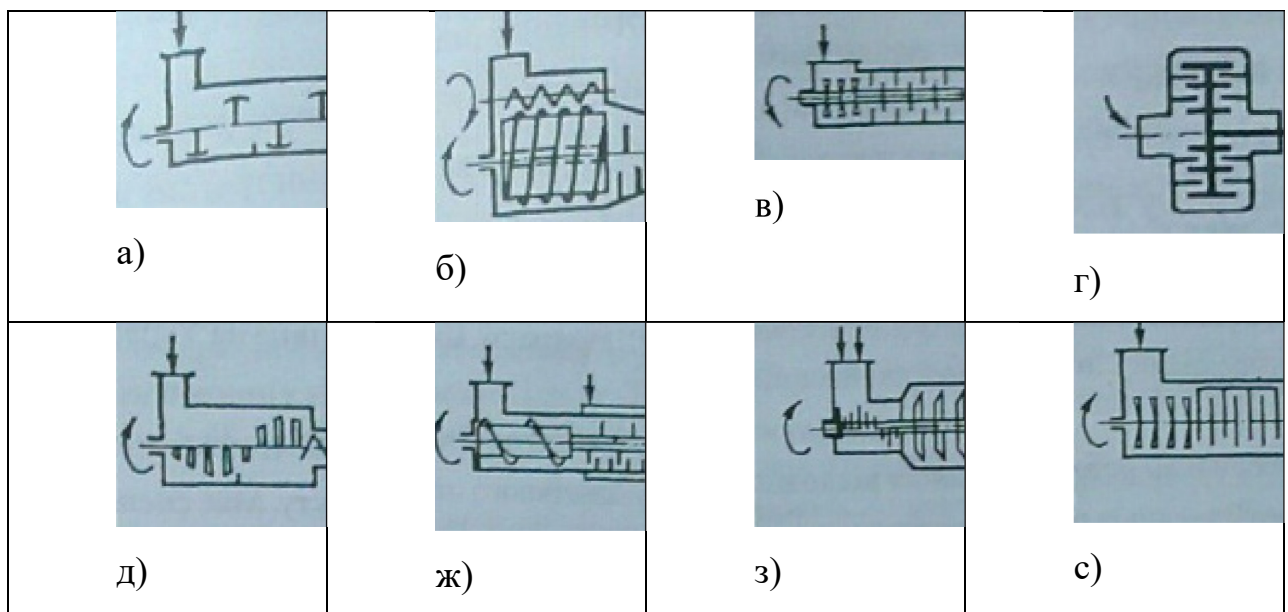


Рис. 1.11 Робочі органи в тістомісильних машинах безперервної дії.

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

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

в) Штифтовий малогабаритний змішувач ФКТ-1000 високоінтенсивної дії.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:**

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## 2. Експериментальна установка 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.

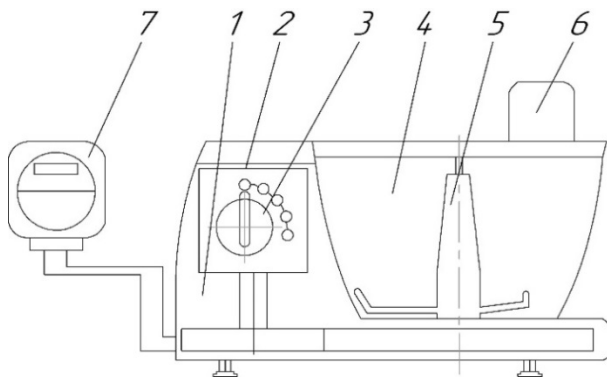
Вода - 350мл.

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.

					19-1714.ДП.022.001.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб	Павлішак Н.І.				<b>Експериментальна установка та методики досліджень</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун Ю.С							
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.	Гавва О.М							

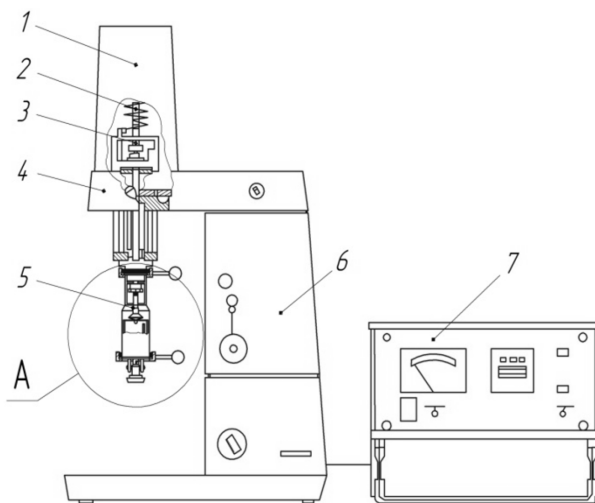


**Рис.2.1. Схема експериментальної установки:** 1 – станина; 2 – привід з можливістю регулювання кількості обертів; 3 – важіль перемикавання передач; 4 – діжа; 5 – робочий орган; 6 – кришка; 7 – прилад “Voltcraft” для вимірювання потужності, яка споживається електродвигуном

### 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.

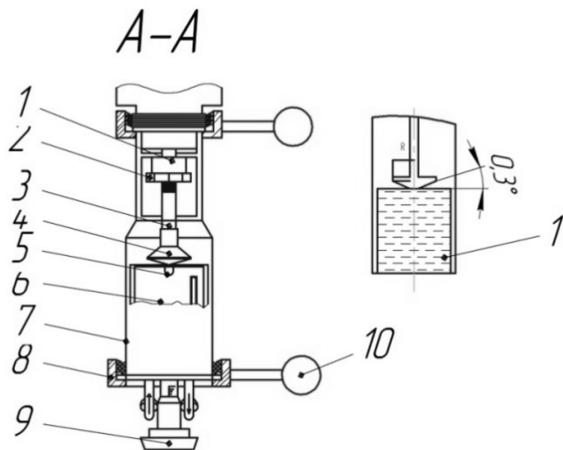


**Рис.2.2.Схема ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2:**

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

**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 вимірюваний матеріал поміщається в клиноподібний зазор який створюється між нерухою пластиною і конусом радіусом  $R$ , що обертається з постійною  $\omega$ .

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  $\tau$  і швидкість зсуву

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$\gamma$  в клиноподібному зазорі постійна. Вказані величини розраховували за наведеними нижче формулами.

Напруження зсуву:

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

де  $M$  - крутний момент, Н·м;

$R$  – радіус конуса, м.

Швидкість зсуву:

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

де  $\omega$  – кутова швидкість обертання конуса, рад;

$\varphi$  – 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;

$\alpha$  – 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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

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.

## **2.5 Методика дослідження плинності тіста в робочій камері на основі рішень в програмному комплексі FlowVision.**

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

Моделюються течії включають в себе потоки рідини і газу; стаціонарні і нестаціонарні, що стискаються, малостискаються і нестискаються. 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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

#### 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.

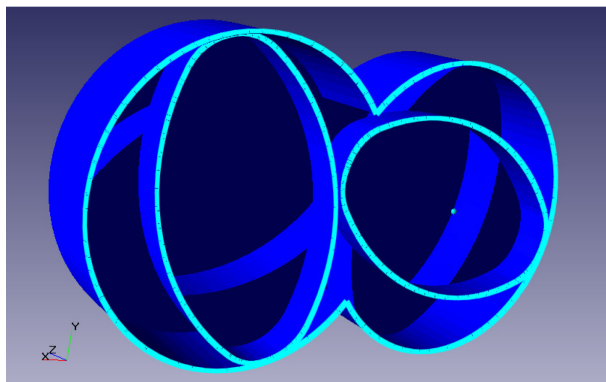


Рис.2.4 Модель камери тістомісильної машини.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Рис.2.5 Формули опису поведінки сумішей FLOWVISION.

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.

### 4. ВИБІР МОДЕЛІ ТА ВРАХУВАННЯ 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.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

У полі «Тип границы» вибрати «Стенка».

У полі «Турбэнэрия» 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», «Турбэнэргия» 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.

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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

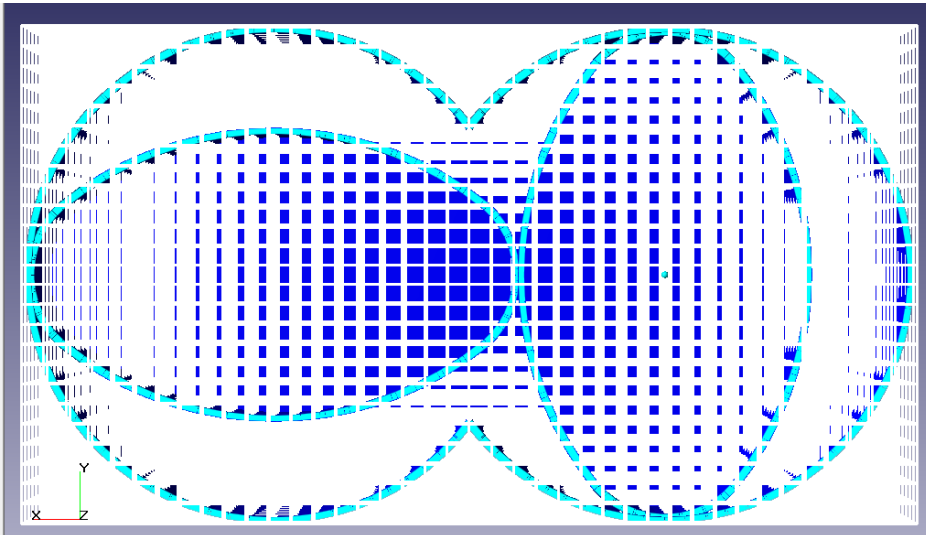


Рис.2.6 Розрахункова сітка.

«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.

									Арк.
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 плинину 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.

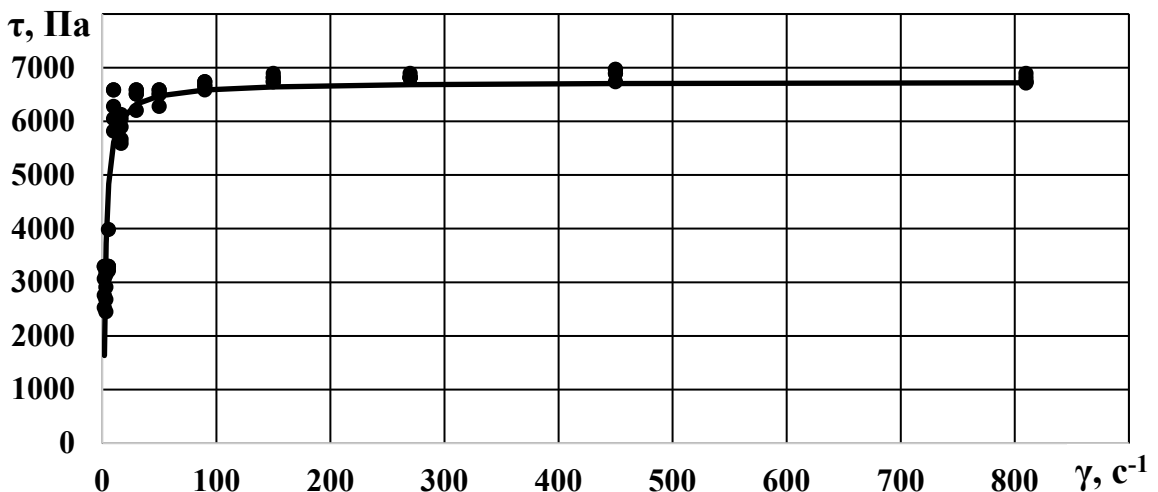


Рис. 3.1. Експериментальна крива течії тістової маси під час

					19-1714.ДП.022.003.ПЗ		
замішування.							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб	Павлішак Н.І.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун Ю.С						
Реценз.					НУХТ		
Н. Контр.							
Затверд.	Гавва О.М						
					<b>Дослідження зміни реологічних властивостей тіста під час замішування.</b>		

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

$$\tau = 6740 - 8924\gamma^{-0,9}, \text{ Па}$$

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.

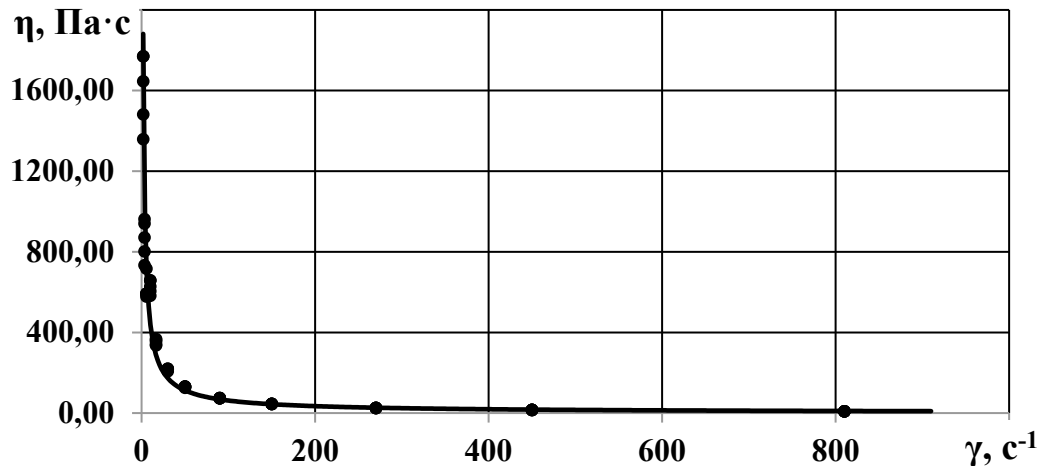


Рис. 3.2. Залежність ефективної в'язкості тіста від швидкості зсуву під час замішування.

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

$$\eta = 3198,6\gamma^{0,856}, \text{ Па} \cdot \text{ с}$$

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

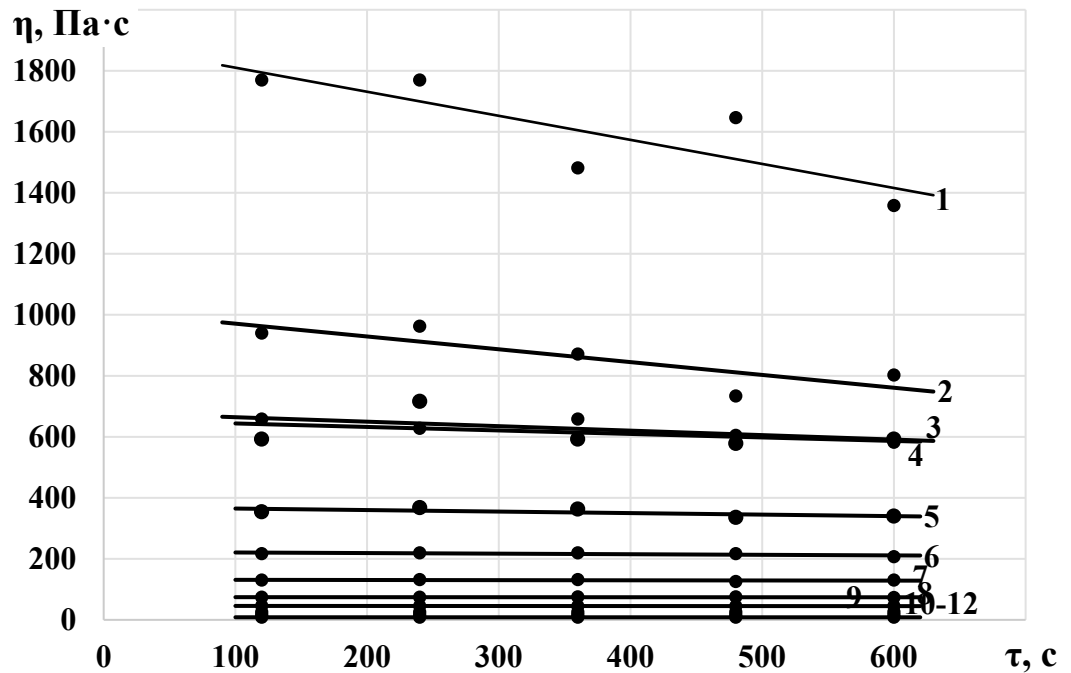


Рис.3.3. Зміна ефективної в'язкості тіста під час замішування для різних значень швидкості зсуву: 1 – 1,86; 2 – 3,34; 3 – 5,56; 4 – 10; 5 – 16,66; 6 – 30; 7 – 50; 8 – 90; 9 – 150; 10 – 270; 11 – 450; 12 – 810 с<sup>-1</sup>

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:

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

### 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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

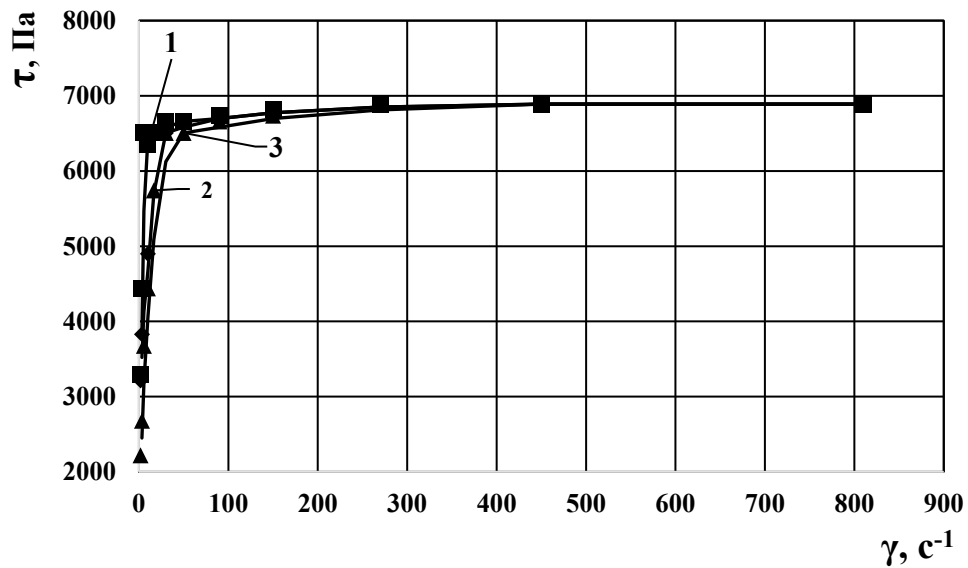


Рис.3.5. Експериментальна крива течії тістової маси під час замішування дріжджового тіста робочими елементами різної конфігурації (1-кулачковий елемент; 2-шнековий елемент; 3-пальцевий елемент).

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.

Неньютонівські тіла характеризується ефективною в'язкістю, а саме 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).

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

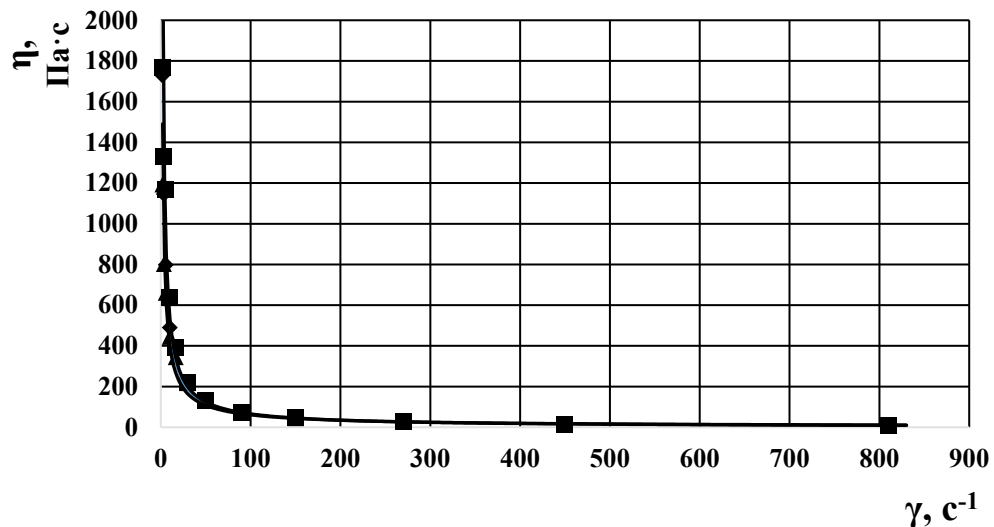


Рис.3.6. Залежність ефективної в'язкості тіста від швидкості зсуву під час замішування дріжджового тіста робочими елементами різної конфігурації.

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

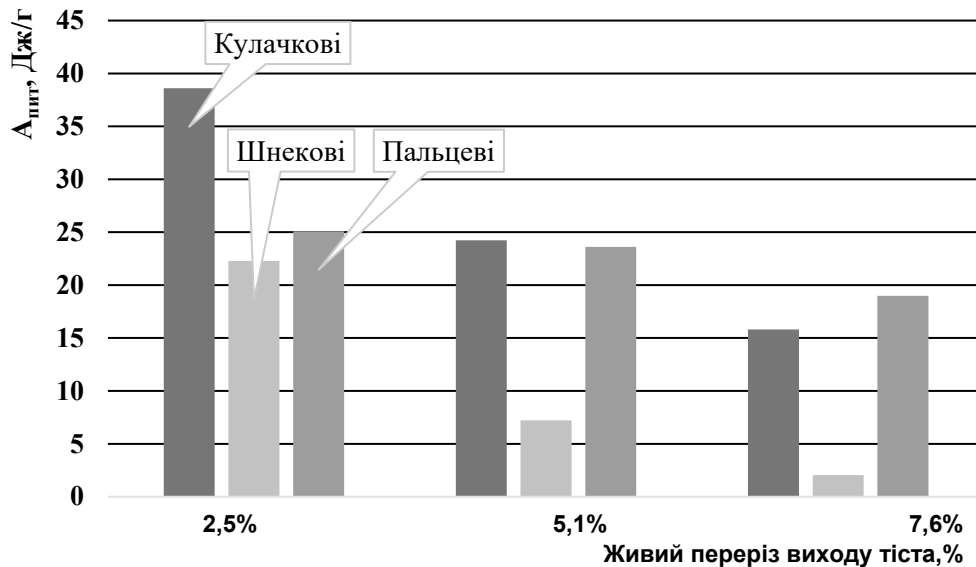


Рис.3.7 Залежність питомої роботи за використання робочих елементів різної конфігурації та живого перерізу стабілізуючої решітки.

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

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

решітки 2,5%, за таких параметрів питома робота досягає позначки у 22 Дж/г в такому випадку машину відносять до швидкохідної. За використання в тістомісильній машині шнекових робочих елементів, її можна віднести до 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 плинину маси тіста по камері тістомісильної машини

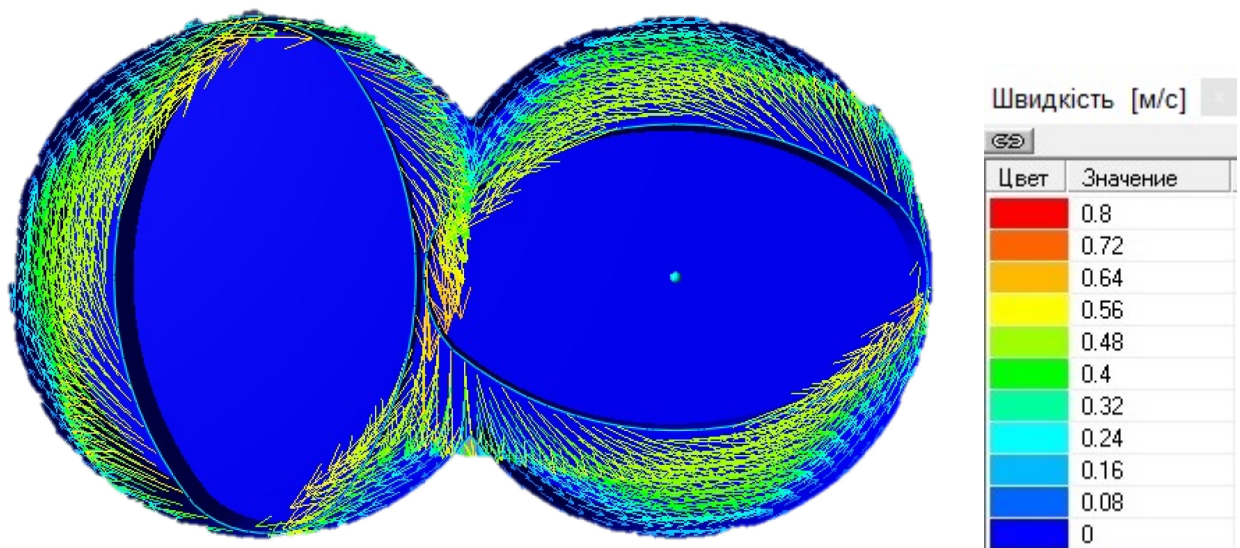


Рис.3.8. Вектори швидкості в камері тістомісильної машини.

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

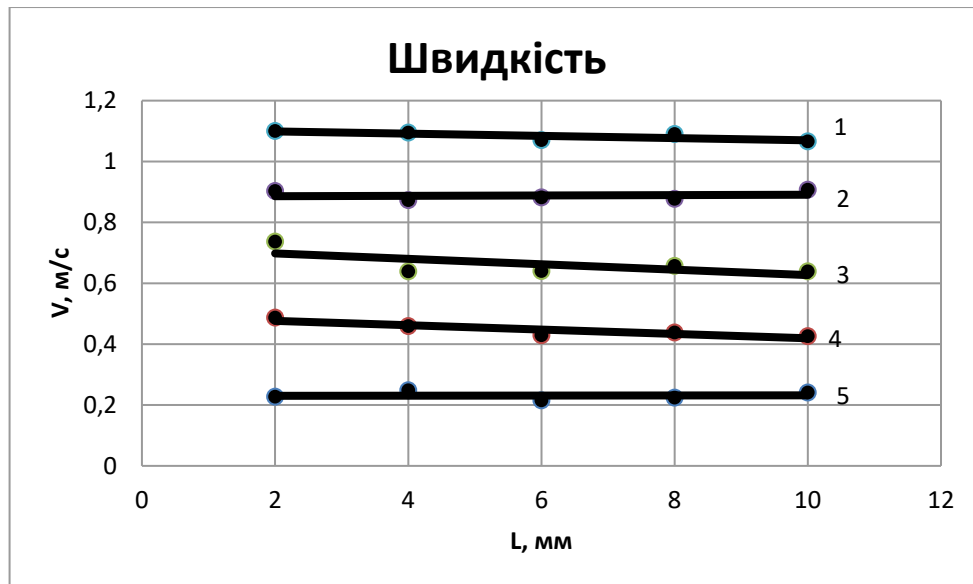


Рис .3.9. Швидкість маси тіста по об'єму робочої камери 1- 100 об/хв, 2- 80 об/хв, 3- 60 об/хв, 4- 40 об/хв, 5- 20 об/хв.

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.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

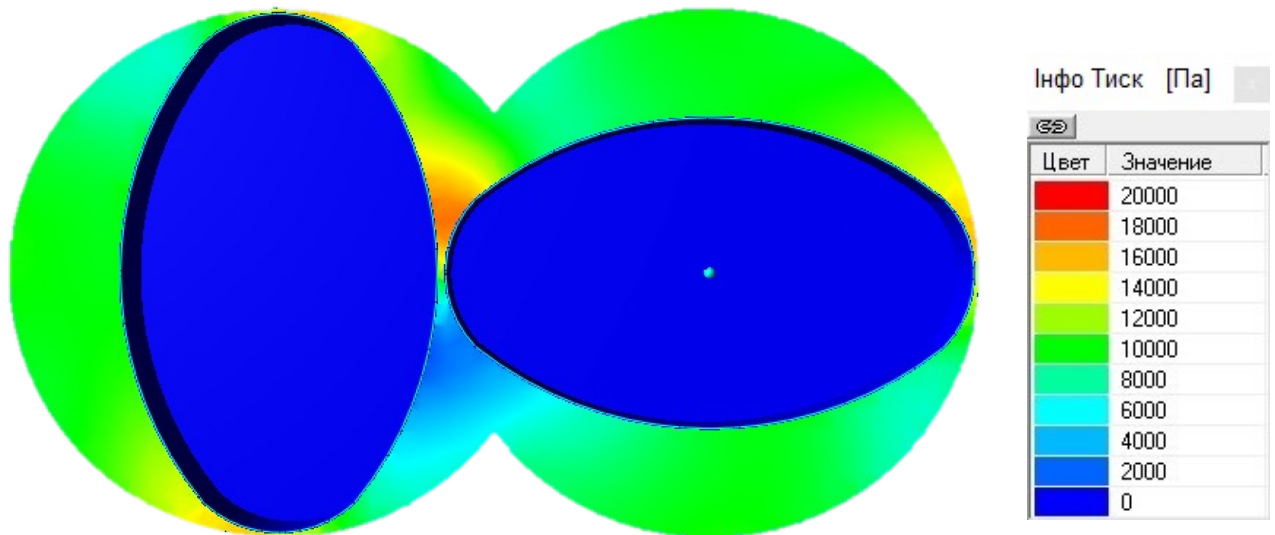


Рис.3.10 Візуалізація тиску в камері замішування під час імітаційного параметричного моделювання кулачкових робочих органів в програмному комплексі Flow Vision.

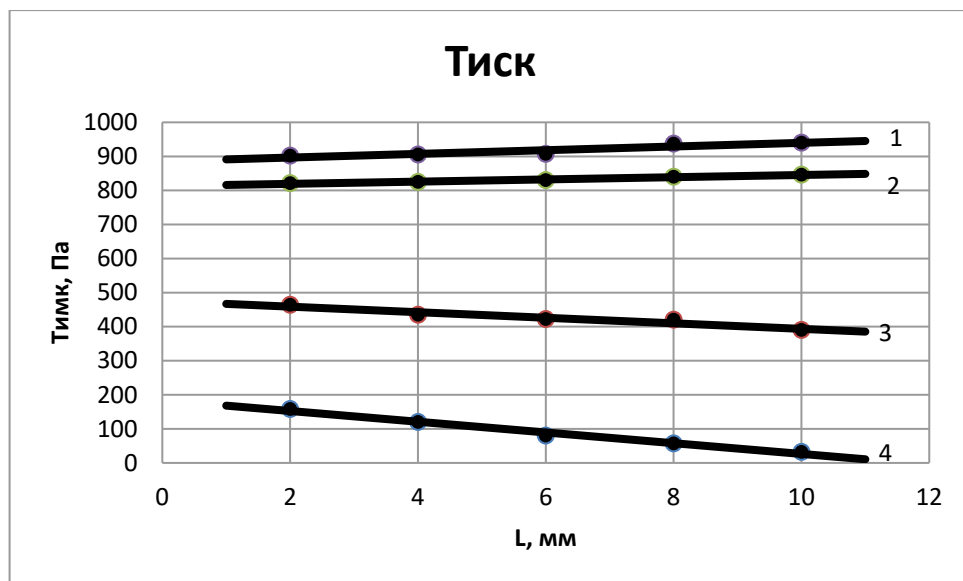


Рис.3.11. Тиск в робочій камері при: 1-100 об/хв, 2- 80 об/хв, 3- 60 об/хв, 4- об/хв.

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

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

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

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

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

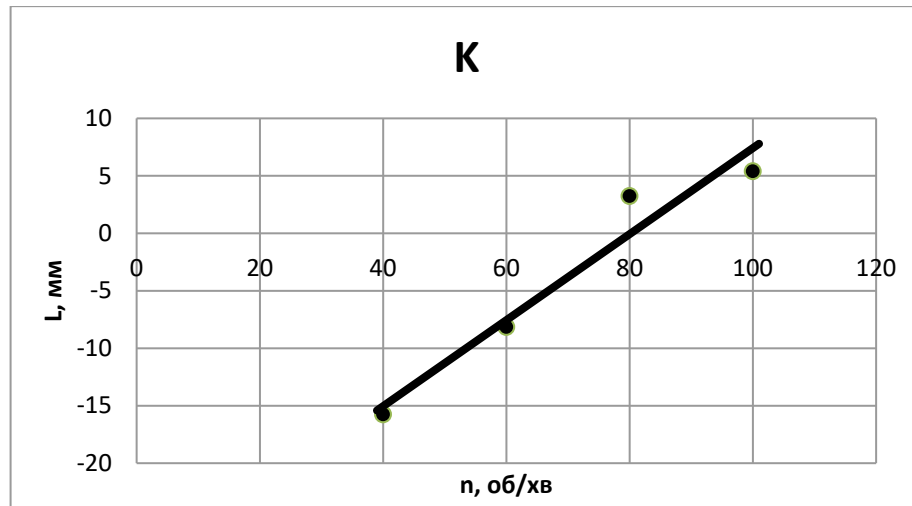


Рис.3.12 Коефіцієнт К

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

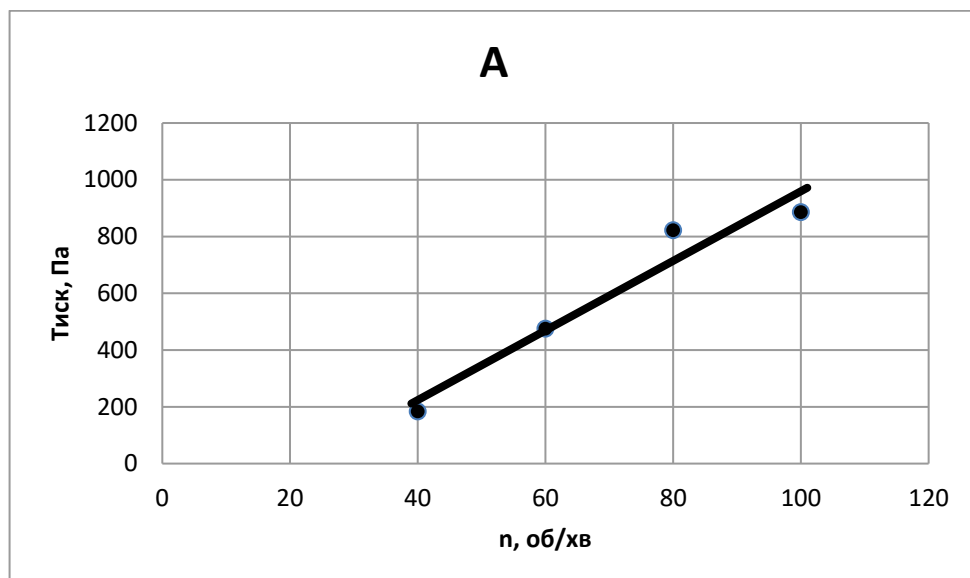


Рис.3.13 Коефіцієнт А.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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.

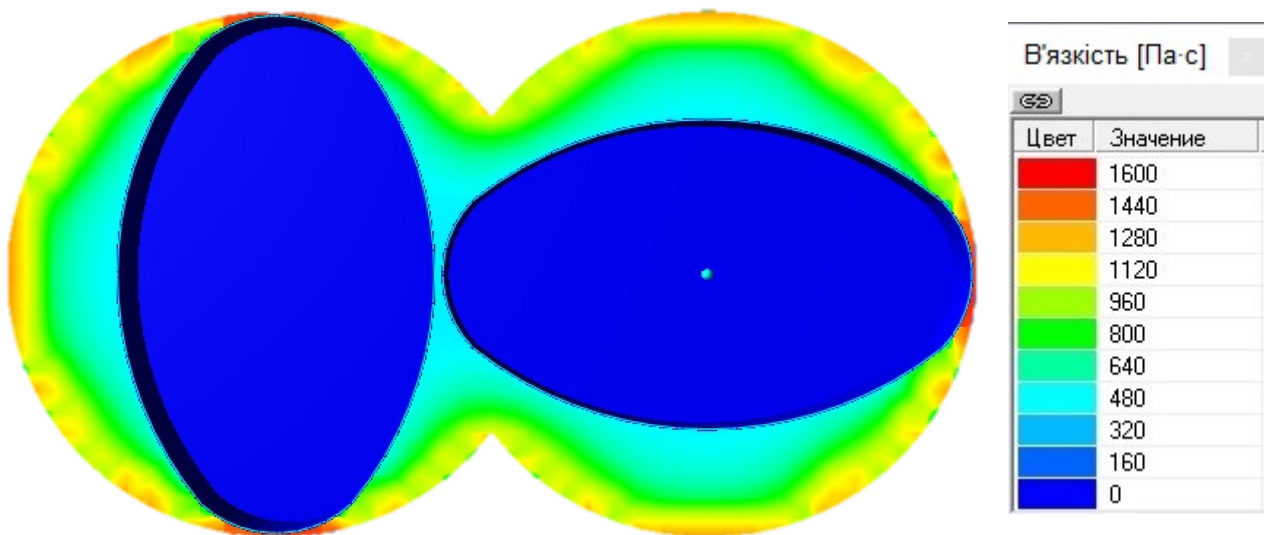


Рис.3.14. Зміни в'язкості в камері замішування під час імітаційного параметричного моделювання кулачкових робочих органів в програмному комплексі Flow Vision.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

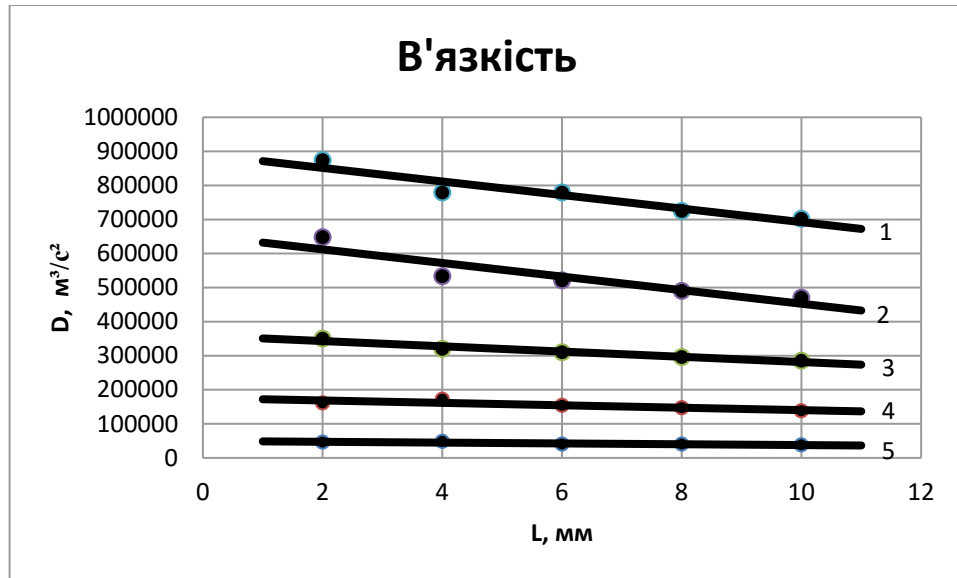


Рис.3.15. Максимальні отримані значення дисипації 1- 100 об/хв, 2- 80 об/хв, 3- 60 об/хв, 4- 40 об/хв, 5- 20 об/хв.

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.

$$D = -19900L + 891200$$

$$D = -19950L + 652100$$

$$D = -7700L + 358400$$

$$D = -3550L + 175700$$

$$D = -1200L + 49600$$

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

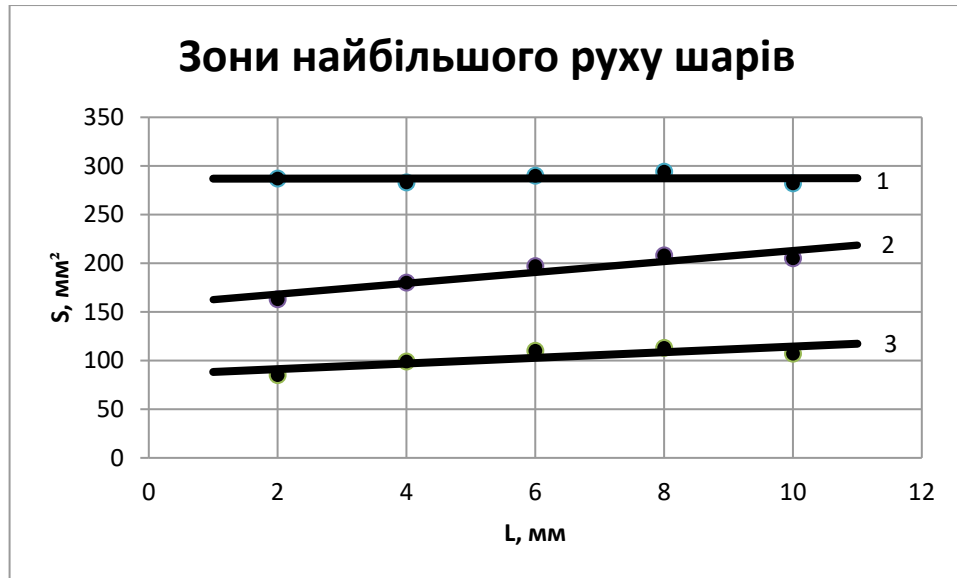


Рис.3.16 Зміна зони найбільшого зсуву шарів.

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

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

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

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.

						Арк.
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.

					19-1714.ДП.022.004.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб		Павлішак Н.І.			Розроблення конструкції тістомісильної машини на базі досліджень	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Теличкун Ю.С						
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М						

- машина побудована на базі теоретичних розробок та 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.

Друга стадія – власне замішування та пластифікація – потребує посиленого механічного впливу, а не просто перемішування. Тому для

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 показчиками рівня. Рідкі компоненти подаються за допомогою патрубку 2. Виходить тісто з машини через стабілізуючу решітку 7.

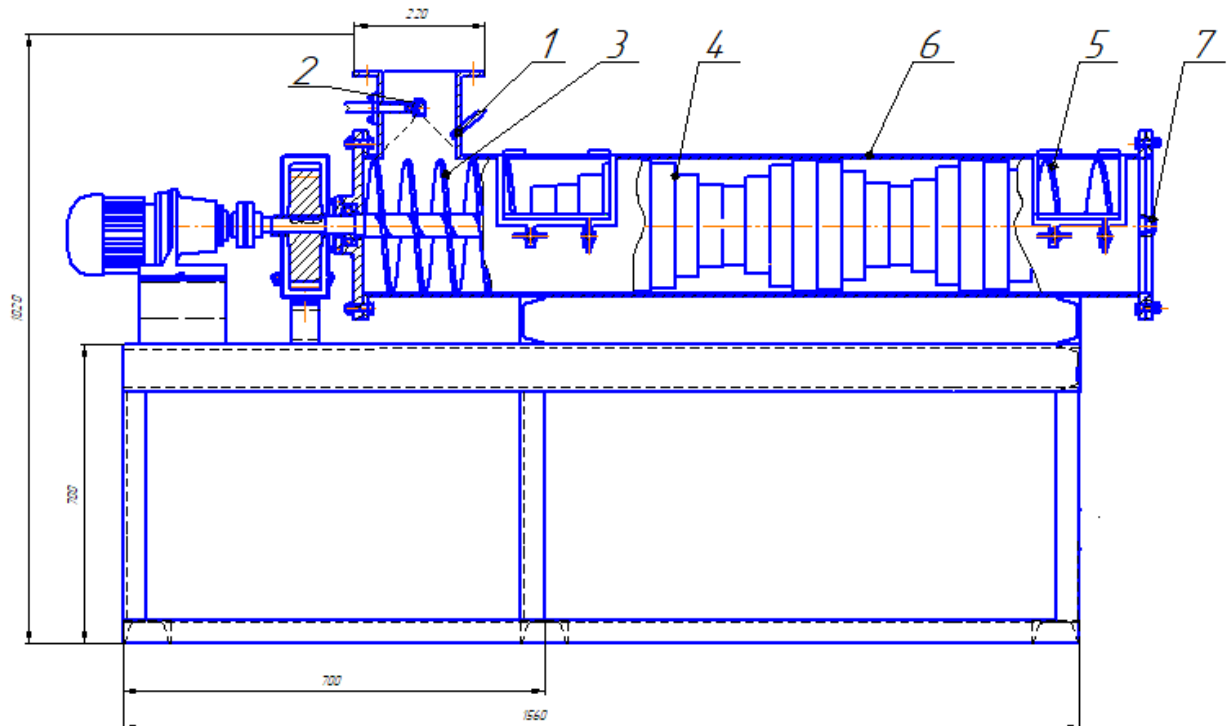


Рис. 4.1 Тістомісильна машина

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.

Працює машина таким чином. Всі компоненти малими дозами від дозаторів подаються безперервно в передню частину ємності ,

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$P_{c1} = z \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} s \cdot n \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 2 \cdot \frac{3.14 \cdot (0.22^2 - 0.04^2)}{4} \cdot 0.150 \cdot 0.5 \cdot 1400 \cdot 0.2 \cdot 0.15 \cdot 0.55 = 0.127 \text{ кг/с.}$$

$k_1$  - 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  $k_3 = 0.55 - 0.7$ ).

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

$$V_k = 0.5 \cdot (\pi \cdot D \cdot n) \cdot \delta \cdot l_s \cdot z \cdot z_w = 0.5 \cdot (3.14 \cdot 0.22 \cdot 30) \cdot 0.001 \cdot 1.2 \cdot 2 \cdot 23 = 0.54 \text{ кг/м}^3$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$\delta$  – зазор між наконечником кулачка та стінкою;

$n$  – кількість обертів валу машини.

$Z_w$  – кількість валів.

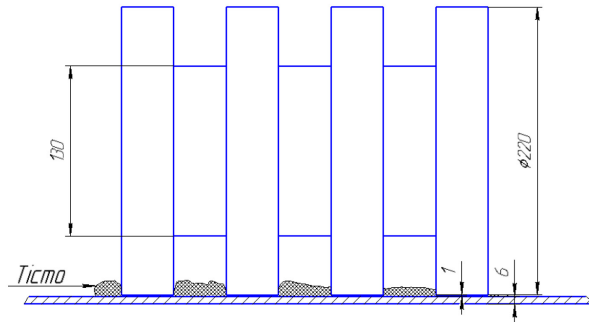


Рис. 4.2. Ескіз кулачків під час роботи.

### 4.3.2 Розрахунок геометричних параметрів машини

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

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

$\tau$  – 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 12X18Н10Т стінки апарату  $\sigma_p$ ,

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

Надбавка на корозію до товщини стінки  $\delta$ , м

$$\delta = 0.002$$

Знаходимо допустиме напруження матеріалу стінки на розтяг:

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

де  $n$  – коефіцієнт запасу міцності,  $n = 4$ .

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо товщину стінки апарату  $\delta_1$ , 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  $P_{\text{MAX}}=0,2$ (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:

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

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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

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 12X18Н10Т, 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:

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

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

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

де  $f$  - коефіцієнт тертя продукту по шнеку.

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

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

Осьове зусилля визначаємо по формулі:

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата						

Нормальні і дотичні напруження валу визначаємо по формулам:

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

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

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою:

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

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:

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

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

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою:

$$\sigma_{ЕКВ} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{7,7^2 + 4 \cdot 2,7^2} = 9,4(\text{МПа})$$

Отримане значення напруги більше раніше знайденого, та менше допустимого.

#### 4.3.5 Розрахунок кулачків

Кількість потоків	Z	2
Осьова відстань	A	176мм.
Діаметр кулачка	D	220мм.
Діаметр кулачка в положенні 90°	D <sub>1</sub>	130мм.
Крок	T	1(2)

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазор між стінкою та кулачком  $\delta$  1мм.

Радіус  $R$  110мм.

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

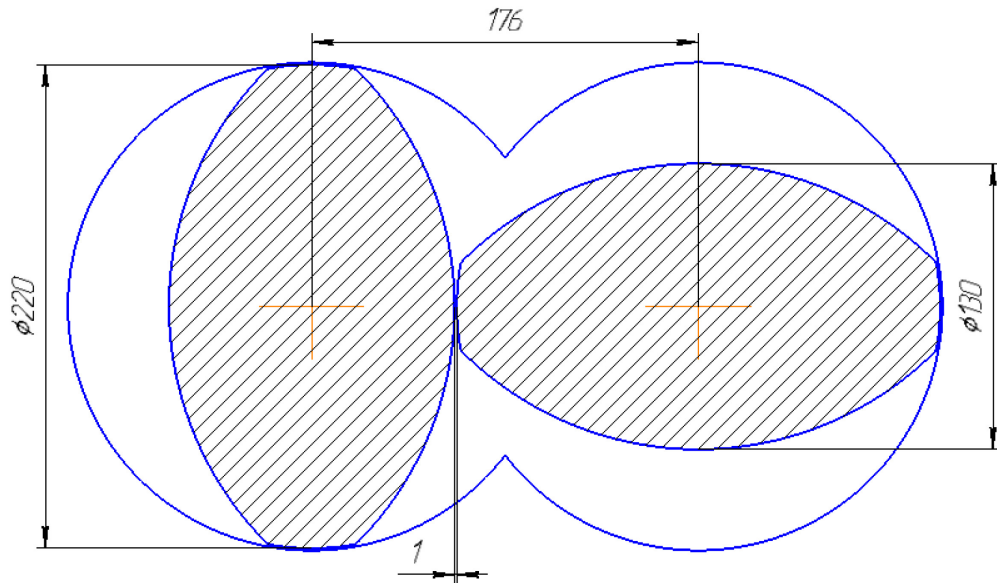


Рис.4.3 Розріз кулачків.

#### 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.

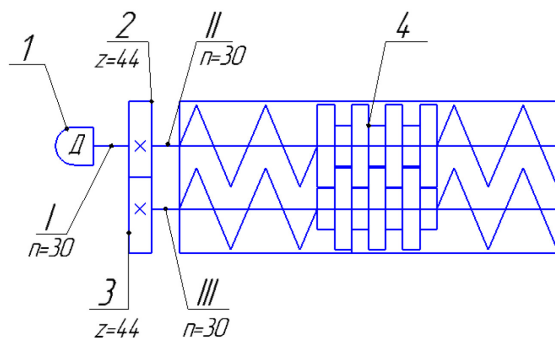


Рис 4.4. Кінематична схема приводу тістомісильної машини.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

1. Крутний момент на вихідному валу :

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

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

2. Потужність двигуна розраховуємо за формулою :

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

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

$\eta_{редуктора}$ . – 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.

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

Прямозуба передача необхідна для забезпечення сталої кількості обертів другого валу.

4. Розраховуємо потужності на окремих валах машини :

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

5. Розраховуємо частоту обертів окремих валів машини:

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

;

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

6. Визначаємо кутові швидкості на окремих валах машини.

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

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

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

7. Знаходимо крутні моменти на окремих валах привода :

$$T_4 = 402,59(\text{Н} \cdot \text{м})$$

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

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

$$T_1 = \frac{T_2}{\eta_{\text{ред.}} \cdot i_{\text{ред}}} = \frac{432,61}{0,8 \cdot 30,89} = 17,5(\text{Н} \cdot \text{м})$$

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

Таблиця отриманих значень

Таблиця 4.1.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

,де c=8-кількість годин у зміні.

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

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

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

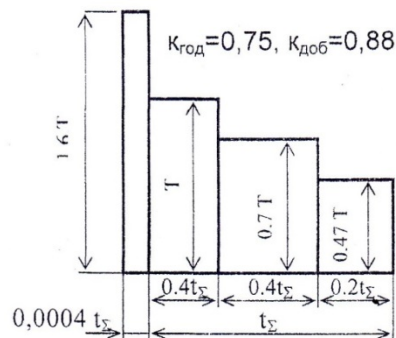


Рис.4.5. Графік навантаження приводу машини.

#### 4.3.7 Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

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.

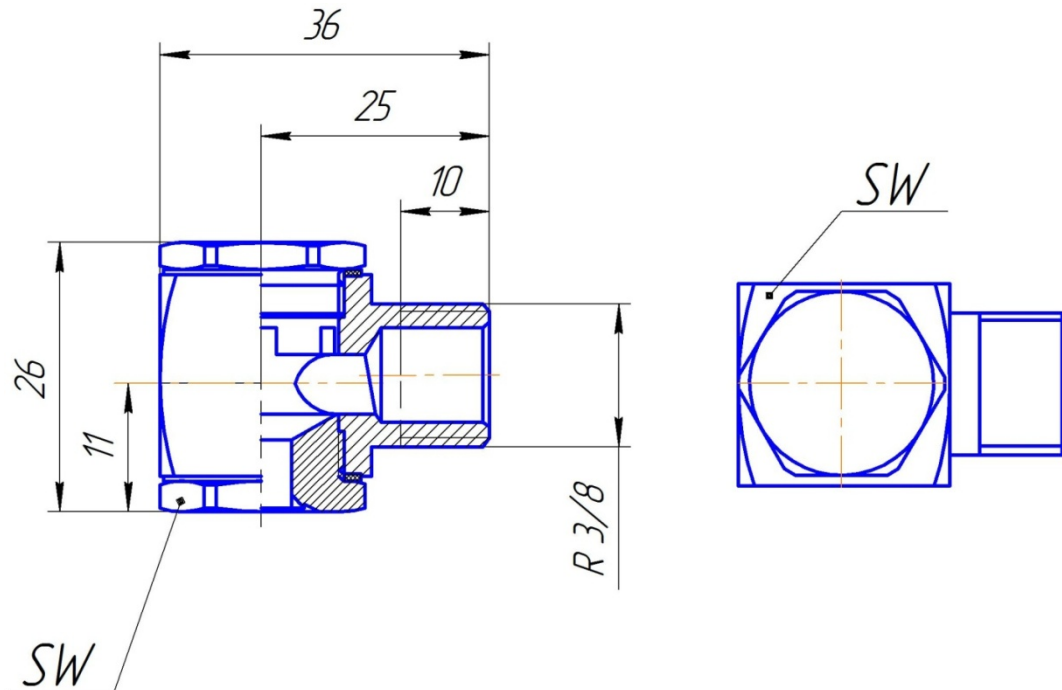


Рис. 4.6. Ескіз форсунки.

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 змонтований агрегат. Виробничий процес монтажу тістомісильної машини полягає в установці на фундамент (або без нього) та мотор-редуктора.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 ходу, 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 (навантаження силові, швидкісні, теплові та інші);
- виконання правил управління машиною (пуск, експлуатація, зупинка);

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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 машини 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 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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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-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.

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ 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.

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	змiна	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/м <sup>3</sup>	4	4
	Сіль	грн/кг	2,6	2,6
6	Потужність електрообладнання лінії	кВт	350	350
7	Вартість 1 кВт/год	грн.	2	2

					19-1714.ДП.022.005.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб	Павлішак Н.І.				<b>ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун Ю.С							
Реценз.						<b>НУХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.	Гавва О.М							



Нержавіюча сталь	кг	95	328	0,8	25000
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 одночасні 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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



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
Фонд додаткової заробітної плати, грн	Вислуга років 6%	486	540	552
	Умови праці 6%	486	540	552
	Оплата щорічних і додаткових відпусток 7%	567	630	644
	За роботу у вихідні та святкові дні 50 % 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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

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:*

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

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

Розрахуємо витрати електроенергії на 1 тону продукції:

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

де N - встановлена потужність машини, кВт;

K<sub>вик</sub> - коефіцієнт використання потужності електродвигуна -0,7-0,9;

K<sub>втр</sub> - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в електромережі заводу -1,06;

K<sub>ч</sub> - коефіцієнт завантаження електродвигуна в часі;

T- річний фонд роботи обладнання, год.;

Ц<sub>e</sub> - вартість 1 кВт-год електроенергії, грн;

K<sub>кд</sub> - 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%.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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  $1203100 \cdot 16.6 / 100 = 199715$  грн.

На 1 тону продукції ці витрати становитимуть:

$$199715/990=201,7 \text{ грн/т}$$

*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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 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.

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:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$\text{Пр}^1 = R \cdot C,$$

де С – повна собівартість тони виробів.

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

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

З урахуванням податку на прибуток

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

За 1 рік ця величина становитиме

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

Оптову ціну виробів розраховуємо за формулою:

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

### 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  $\text{Пр} = 347460$  грн.
- 4). Амортизація  $A_m = 1203100 \cdot 0.219 = 263478,9$  грн.
- 5). Життєвий цикл заходу  $T = 100 / 21.9 = 4.56$  року  $\approx 5$  років.
- 6). Ставка дисконту  $p = 20\%$ .

Розрахуємо чистий грошовий потік:

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

Чистий приведенний дохід (ЧПД):

$$\text{ЧПД} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{ЧГП}_i}{(1+p)^T} - I,$$

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

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

Розрахунки зводимо в табл. 10.7

Таблиця 5.7

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Показники	Роки						Всього, грн
	0	1	2	3	4	5	
1. Інвестиції (I)	120310 0	-	-	-	-	-	1202100
2. Чистий грошовий потік (ЧГП)	-	509115,7 5	509115,75	509115,75	509115,75	509115,75	2545578,75
3. $\alpha_t = 1 / (1 + p)^t$ при $p = 0,2$ (20%)	1,0	0,833	0,694	0,578	0,482	0,402	
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:

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

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

Розрахуємо індекс доходності (ІД):

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

Розрахуємо період окупності:

а) недисконтований:

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

б) дисконтований:

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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
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 приведенного доходу, періоду окупності, індексу доходності та індексу прибутковості проект можна рекомендувати до впровадження.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## 6. Охорона праці

### 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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників проаналізуємо роботу обладнання розміщеного в цеху по виробництву хлібобулочних виробів на підприємстві. Умовні позначення нанесені на спрощену схему агрегату.

В відділенні працює оператор тістомісильної машини.

Двовальна тістомісильна машина (Рис.8.1.) складається з 1. приймальної воронки 2. робочого органу 3. решітка 4. вивідна воронка 4.

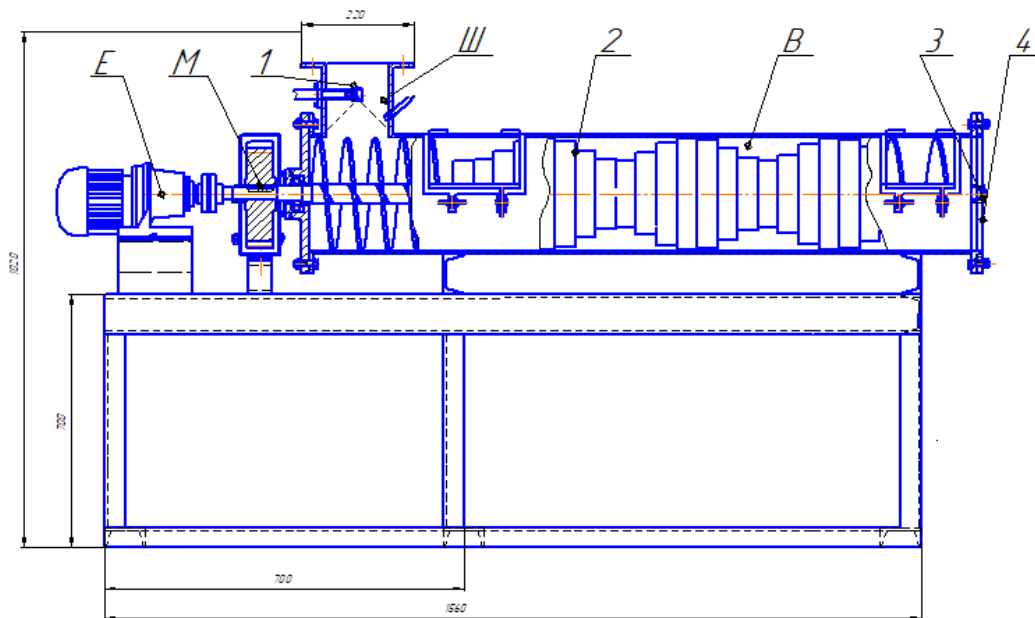


Рис 6.1. Схема двовальної тістомісильної машини з комбінованим робочим органом.

На схемі позначені можливі фактори впливу на людину:

E - ураження струмом через електроприлади. Ш – шум. В – вібрація.

M - механічні травми.

### Метеорологічні умови

Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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	26	22	20	75	Не більше 0,3
		5					
		Тепла пора року					
		2	28	25	22	65(при 26°C)	0,2-0,4
		6					

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## 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/м<sup>2</sup>.

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/м<sup>3</sup>. 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

### Запиленість

Під час роботи тістомісильної машини в повітря пил не потрапляє.

### Шум та вібрація.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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/

Тривалий вплив шуму знижує гостроту слуху та розладжує 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 є джерелом будь-якого випромінювання.

### **Освітлення**

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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.

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.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 БФА	Малої точності	V	в	400	200/150

### **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-формуальної 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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СНиП 2.09.04-87, СНиП II-МЗ-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 діляниці, 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 встановленні по одному умивальнику. Вбиральня може бути одна для чоловіків і жінок, але з тамбуром, що закривається, та умивальником.

### Електробезпека

Діляниця 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;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в икористання 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**

1. Територія дільниці, 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 ІІІ згідно зі СНиП 2.01.02-85.

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

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.

### **Пропозиції щодо покращення умов праці**

1. Передбачити додаткові огорожі біля небезпечних рухомих частин обладнання.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		







концентраціях речовини в одиниці об'єму ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) 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, $\text{мг}/\text{м}^3$	
		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.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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 О<sub>2</sub>/л, хімічне споживання кисню ХС = 600...800 мг О<sub>2</sub>/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 жирних 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
ЗО	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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

					19-1714.ДП.022.000.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб		Павлішак Н.І.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Теличкун Ю.С					
Реценз.					НУХТ		
Н. Контр.							
Затверд.		Гавва О.М					

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

7. 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.

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

										Арк.
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 stearoyl 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.

					19-1714.ДП.022.001.ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаних джерел		
Розроб	Павлішак Н.І.				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Теличкун Ю.С						
Реценз.					НУХТ		
Н. Контр.							
Затверд.	Гавва О.М						

7. Реологічні властивості тіста та хлібопекарські показники якості борошна пшеничних генотипі в залежності від субодиниць високомолекулярних глютенів.

Усова З.В. Інститут рослинництва ім.В.Я. Юр'єва НААН

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

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

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

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

12. 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.

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

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

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

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Haraszia R. Differential mixing action effects on functional properties and polymeric protein size distribution of wheat dough: *Journal of Cereal Science*: 2008. 51 p.
18. 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.
19. Ambroziak Zegmunt. Some aspects of the rheological properties of dough / Zegmunt Ambroziak // *Riv. Soc. Ital. sci. alim.* – 1999. - No2. - p. 73-82.
20. Рейнер М. Реология / М. Рейнер; пер. с англ. Н. И. Малинина. – М.: Наука, 1965. – 224 с.
21. Реология пищевых масс / К. П. Гуськов, Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин, Л. Н. Лунин. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 207 с.
22. Мачихин Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 216 с.
23. [www.readingbakery.com](http://www.readingbakery.com).
24. [www.readco.com](http://www.readco.com).
25. [www.exactmixing.com](http://www.exactmixing.com).
26. [www.bakingbusiness.com](http://www.bakingbusiness.com).
27. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: Навч. посіб. — К.: Руслана, 1998. — 416 с.
28. Гальперин Д.М., Горбатов В.М., Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт оборудования.- М.: Пищевая промышленность, 1975-576с.
29. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.-Х.: Высшая школа . Из-во при ХГУ, 1988.-142с.
30. Co-Ratating Twin-Screw Extruders/Klemens Kohlgruber 170-176 с.
31. Маршалкин ГА. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. — М.: Лег. и пицц. пром-сть, 1984. — 448 с.
32. Отраслевой каталог "Оборудование технологическое для хлебопекарной промышленности". — М.: Пицц. пром-сть, 1982. — 353 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

33. Теличкун Ю. Критериальные зависимости течения газонаполненного теста в цилиндрическом канале / Ю. Теличкун, В. Теличкун, А. Кравченко. С. Стефанов // Научни трудове на УХТ. – 2011. – том 58, свитък 3. – С. 319 – 323.

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

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

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

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

38. 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.

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

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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		