

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація місильного органу тістомісильної машини
марки МТ-200

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

(шифр і назва спеціальності)

Тримбашевський М. А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 17 » листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Тримбашевському Миколі Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація місильного органу тістомісильної машини марки МТ-200

Керівник роботи Ворощук Віктор Ярославович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 16 » листопада 2023 року № 4/7-1062.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту тістомісильної машини марки МТ-200

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

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

4. Дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки. 5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

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

Тістомісильна машина марки МТ-200 (А0)

Передаточний механізм тістомісильної машини марки МТ-200 (А1)

Тістомісильна машина марки МТ-200. Кінематична схема (А1)

Постановка завдань на дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 (А1)

Дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 30 мм (А1).

Результати дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при значеннях глибини пазу в діапазоні 10...30 мм (2 А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 17 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
2	Вступ		
3	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження		
4	2. Методи та методика досліджень		
5	3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.		
6	4. Дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки		
9	5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Графічна частина		
12	Тістомісильна машина марки МТ-200 (А0)		
13	Передаточний механізм тістомісильної машини марки МТ-200 (А1)		
14	Тістомісильна машина марки МТ-200. Кінематична схема (А1)		
15	Постановка завдань на дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 (А1)		
16	Дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 30 мм (А1).		
17	Результати дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при значеннях глибини пазу в діапазоні 10...30 мм (2 А1).		
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Студент

_____ (підпис)

Тримбашевський М.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ворощук В.Я.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Тримбашевський Микола Анатолійович

Тема кваліфікаційної роботи: Модернізація місильного органу тістомісильної машини марки МТ-200

Кваліфікаційна робота виконана у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2023 році

Структура кваліфікаційної роботи складається із розрахунково пояснювальної записки об'ємом 76 сторінок (61 рисунок, 6 таблиць) та графічної частини обсягом 8 листів А1.

У кваліфікаційної роботи пропонуються технічні заходи з модернізації місильного органу тістомісильної машини марки МТ-200.

Для їх втілення виконуються завдання:

аналіз обладнання для замушавання тіста;

розроблення заходів з модернізації тістомісильної машини МТ-200;

проектні розрахунки елементів і вузлів тістомісильної машини МТ-200;

розроблення тривимірної комп'ютерної моделі місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

виконання комп'ютерних досліджень місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

аналіз отриманих результатів;

розроблення заходів з охорони праці;

розроблення заходів із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: місильний орган, машини, тісто, міцність, деформація.

Abstract

Trymbashevskiy M.A. Modernization of the kneading element of the dough kneading machine, model MT-200. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2023.

The project consists of calculated explanatory note by capacity of 76 pages (61 pictures, 6 tables) and graphic part by capacity 8 sheets of paper A1 .

Diploma work proposes technical measures to modernise the kneading body of the MT-200 dough mixer.

To implement them, the following tasks are performed:

analysis of equipment for kneading dough;

development of measures to modernise the dough kneading machine MT-200;

design calculations of elements and components of the MT-200 dough kneading machine;

development of a three-dimensional computer model of the kneading working body of the MT-200 dough mixer;

performing computer studies of the kneading working body of the dough kneading machine MT-200;

analysis of the results;

development of labour protection measures;

development of safety measures in emergency situations.

Keywords: kneading body, machines, dough, strength, deformation.

Зміст

Анотація	1
Abstract	5
Зміст.....	6
Вступ.....	8
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	10
1.1. Аналіз обладнання для замішування тіста	10
1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	20
2. Методи та методика досліджень.....	21
2.1. Вибір і обґрунтування програмного забезпечення для виконання досліджень.....	21
2.2. Лінійні і нелінійні розрахунки у SolidWorks Simulation	23
2.3. Моделювання методом аналізу кінцевих елементів в SolidWorks Simulation.....	25
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.	28
3.1. Опис будови і роботи тістомісильної машини МТ-200	28
3.2. Вибір конструкції модернізованого місильного робочого органу	29
3.3. Структурний аналіз тістомісильної машини	30
3.4. Технологічний розрахунок тістомісильної машини МТ-200	32
3.5. Розрахунок приводу діжі.....	33
3.6. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини МТ-200.....	41
3.6.1. Вивірка і центрування тістомісильної машини МТ-200	41

3.6.2. Організація ремонту тістомісильної машини. система і графік планово-попереджувального ремонту	41
4. Дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200	43
4.1. Постановка завдань дослідження з використанням програми SolidWorks	43
4.2. Результати моделювання місильного органу тістомісильної машини МТ-200.....	44
4.3. Аналіз результатів.....	54
Висновки	74
Перелік посилань.....	75
Специфікації	

Вступ

Виробництво хлібобулкових виробів є ключовою складовою продовольчої промисловості, маючи велике значення для забезпечення харчування людей по всьому світу. Ці вироби відіграють важливу роль у харчуванні людей, становлячи основу раціону та надаючи організму енергію та необхідні поживні речовини. Вони є доступним і популярним джерелом вуглеводів, білків, вітамінів та мінералів, що сприяють забезпеченню здорового та збалансованого харчування.

Інноваційні технології, такі як автоматизовані лінії з дозування сировини, змішування, формування та випікання, дозволяють значно зменшити втрати часу, оптимізувати використання сировини та покращити якість кінцевого продукту. Деякі сучасні системи автоматичного управління можуть контролювати температуру, вологість, тривалість процесу випікання і навіть маніпулювати рівнем вуглекислого газу в печах, що сприяє стабільності та однорідності хлібопекарних виробів.

Додатково, впровадження новітніх технологій у хлібопекарному виробництві сприяє створенню нових видів продукції, розширенню асортименту та відповідності вимогам споживачів. Застосування сучасних методів управління, моніторингу та контролю дозволяє виробникам вдосконалювати якість хлібобулочних виробів, зменшувати витрати і енергоспоживання, підвищувати продуктивність та конкурентоспроможність на ринку.

Дослідження і вдосконалення конструкції і принципу роботи тістомісильного, зокрема машини МТ-200 є актуальним науково-практичним завданням, що обумовлює напрям досліджень в кваліфікаційній роботі магістра.

У кваліфікаційній роботі магістра виконуються завдання:

аналіз обладнання для замушавання тіста;

розроблення заходів з модернізації тістомісильної машини МТ-200;

проектні розрахунки елементів і вузлів тістомісильної машини МТ-200;

розроблення тривимірної комп'ютерної моделі місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

виконання комп'ютерних досліджень місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

аналіз отриманих результатів;

розроблення заходів з охорони праці;

розроблення заходів із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єкт досліджень – маса, об'єм, напруження, переміщення, деформації і коефіцієнт запасу міцності в місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200 при робочих навантаженнях.

Предмет дослідження. Предметом дослідження виступає тістомісильна машина МТ-200.

Методи і методики досліджень: еспериментальні та теоретичні.

Наукова новизна. Запропоновано комп'ютерну 3d модель місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

визначено вплив глибини контурного пазу на тильній стороні місильного робочого органу масу, об'єм, напруження, переміщення, деформації і коефіцієнт запасу міцності в місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200 при робочих навантаженнях.

Отримані дані з комп'ютерних досліджень можуть бути корисними для поліпшення існуючих моделей та розробки нових конструкцій тістозакатувального обладнання.

Результати, представлені у магістерській роботі були показані на VI Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 27-28 квітня 2023 року та XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. Обсяг магістерської кваліфікаційної роботи складають п'ять частин пояснювальної записки, додатки та графічна частина обсягом 8 аркушів А1.

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

1.1. Аналіз обладнання для замішування тіста

У сучасній хлібопекарській галузі для виготовлення хлібобулочних виробів використовуються різноманітні типи тістомісильних машин. Основні серед них - машини, які діють циклічно або безперервно. Зокрема, серед них широко використовуються циклічні тістомісильні машини з горизонтальним або вертикальним привідним валом. Ці машини виявляють гнучкість у роботі з різними складовими компонентами, а процес замішування відбувається циклічно, дозволяючи підготувати компоненти у межах одного циклу замішування. Для вивчення та покращення цих машин необхідно розуміти їхню структуру та функціональне призначення окремих конструктивних елементів.

З огляду на різноманітність тістомісильних машин, які застосовуються в хлібопекарській промисловості, можна класифікувати їх за наступними характеристиками:

Способом впливу на оброблювані компоненти.

Структурою циклу роботи.

Ступенем впровадження механізації та автоматизації.

Принципом інтеграції у виробничому процесі.

Функціональними особливостями.

У сучасних машинах робочий елемент має постійну геометричну форму, фіксоване розташування і просторову орієнтацію в ємності. Наприклад, тістомісильні машини, такі як А2-ХТБ, ІС-120, ДК, І8-ХТА, А2-ХТТ (класичні моделі) та інші, споруджені за стандартною схемою. У таких моделях можна лише регулювати швидкість обертання робочого елемента.

У вітчизняних тістомісильних машинах, наприклад, "Твіді", ІМК-150, "Таглавіні" (Італія), "Глімек" (Швеція), "Діосна" (Німеччина), швидкість обертання робочого елемента переважно не регулюється, що призводить до обмеження впливу на якість перемішування компонентів. Такі моделі машин є

складними для управління та обслуговування. Машини з одним робочим елементом конструктивно простіші. Вони мають виконавчі механізми, які працюють у сталих умовах роботи робочого елемента та безпосередньо контактують з компонентами протягом всього циклу. До цього типу машин відносяться моделі, такі як ИС-120, ЕСІ-140/80, ДК, А2-ХТБ та інші.

Також існують тістомісильні машини з безперервною та періодичною роботою, де робочі елементи контактують з компонентами лише під час частини руху циклу (робочого переміщення). У решті часу робочі елементи перебувають у неробочому стані (холостий хід). До цього типу машин відносяться ТММ-1М, Т1-ХТ2А, моделі від фірм "Луїзель" (Франція), "Діосна" (Німеччина). Привод робочих елементів у цих тістомісильних машинах, в основному, здійснюється за допомогою індивідуальних електродвигунів.

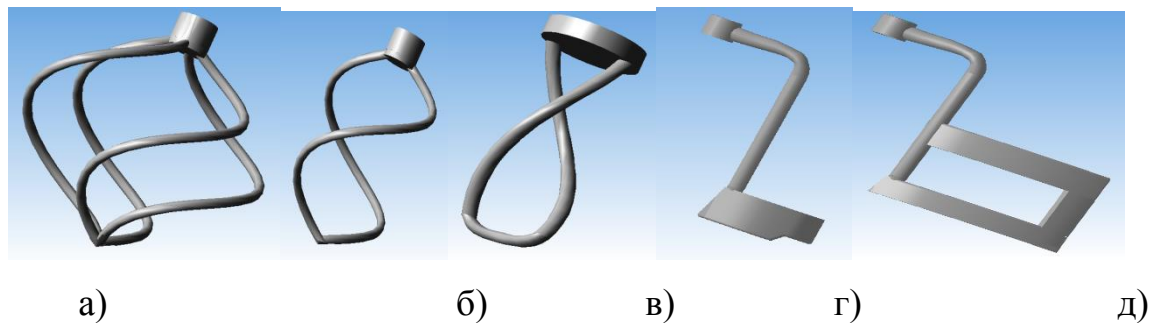


Рис.1.1. Постійно діючі робочі органи:

а – вінець; б – цикл; в – плаха; г – зачепа; д – захват.

Тістомісильна машина, що використовує шарнірний вал та оснащена складним місильним пристроєм, розроблена для приготування різних видів житньо-пшеничного і пшеничного тіста, а також для замішування тіста для виробів типу булочок (див. рис. 1.2). Конструкція машини включає корпус 17, основу 4, праву 18 і ліву опору проміжного каркаса, кришку 13, місильну камеру 14 з уміщеними всередині неї робочими органами 12 та привід. Корпус машини призначений для установки електродвигунів, механізмів приводу робочого органу, місильної камери, панелі управління 15 та електричного обладнання. Основа 4 виступає в ролі прямокутної платформи, на яку за допомогою болтів і контрольних шпилек монтується права 18 та ліва 20 опори.

Кришка 13 складається з зварної рами, обтягнутої листовою сталлю. На ній розміщений бункер 7 із засувкою для завантаження муки, а також два патрубки з краниками 8 для подачі рідких компонентів до місильної камери.

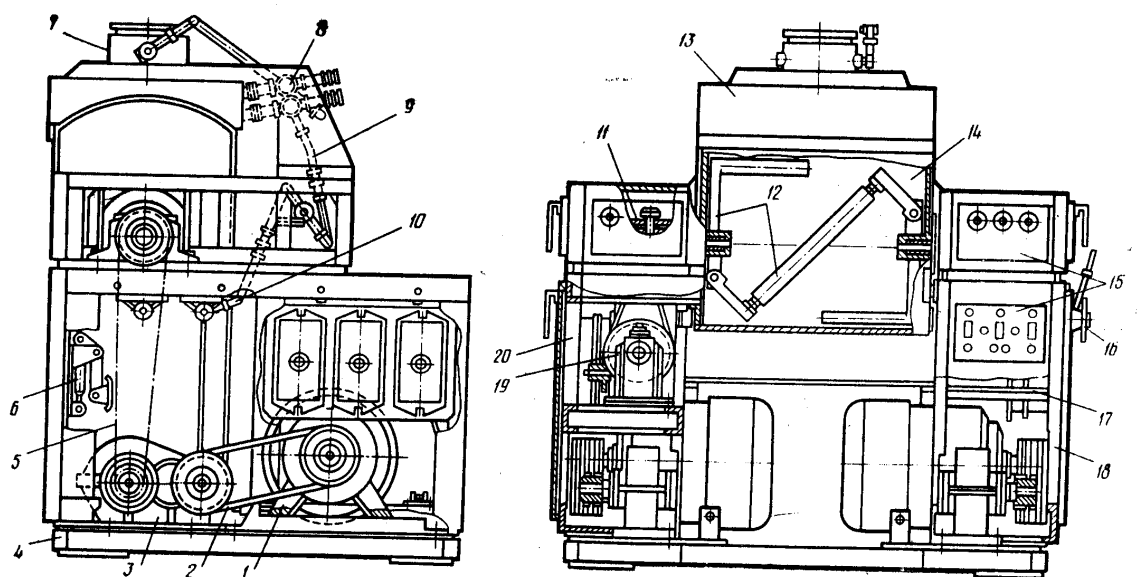


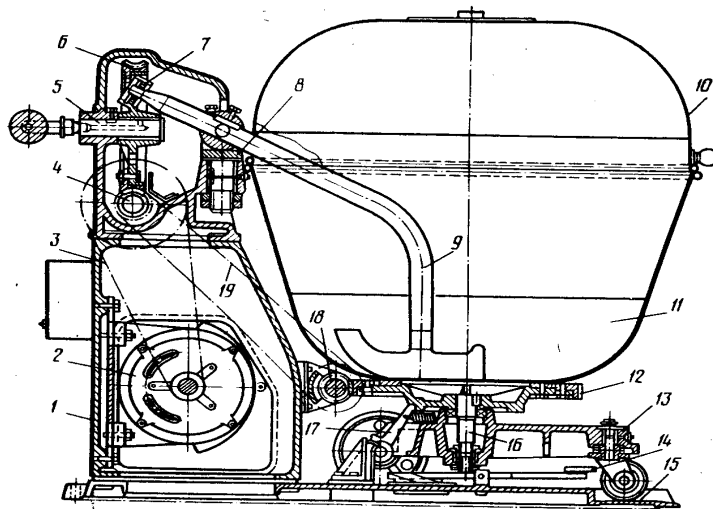
Рис. 1.2. Місильна машина ТПІ-1 з шарнірним валом.

Місильна камера має форму ємності з напівциліндричним дном. Ліва 11 і права опори кріпляться до боковин місильної камери, які, у свою чергу, стають на верхні площадки стійок. Кожна опора включає в себе підшипник ковзання, через який пролягає шліцевий вал. На цьому валу з одного боку розташована привідна зірка, а з іншого – робочий орган 12. Робочий орган складається з двох хрестовин, з'єднаних циліндричною штангою. Під час замісу тіста штанга змінює своє положення, забезпечуючи переміщення маси всередині камери в різних напрямках, що сприяє однорідності маси.

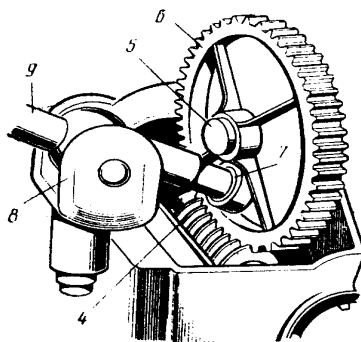
Привід хрестовин робочого органу включає трьохшвидкісний електродвигун 1, клинопасову передачу 2, циліндричний редуктор 3 та ланцюгову передачу 5. Натяжний пристрій 6 призначений для підтримки тяги ланцюга.

Для вивантаження готового тіста місильна камера здійснює обертання навколо горизонтальної осі на кут 120 градусів. Щоб ізолювати систему приводу

від динамічних навантажень, місильну камеру фіксують у вертикальному положенні фіксатором 16.



а)



б)

Рис. 1.3. Місильна машина "Стандарт":

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

Керування роботою машини виконано при допомозі пульта 15 на основі блоків управління та реле. За допомогою реле виставляється тривалість замісу.

Процес замішування на машині "Стандарт" відбувається в три етапи:

Перший етап - це інтенсивне перемішування, яке забезпечується високими оборотами робочого органу (120 об/хв). Цей етап триває близько 10 хвилин і призначений для рівномірного розподілу інгредієнтів і початку процесу клейстеризації крохмалю.

Другий етап - це помірно перемішування, яке забезпечується середніми оборотами робочого органу (90 об/хв). Цей етап триває близько 20 хвилин і призначений для подальшого розм'якшення клейстеризованого крохмалю і набухання білків.

Третій етап - це остаточне перемішування, яке забезпечується низькими оборотами робочого органу (60 об/хв). Цей етап триває близько 10 хвилин і призначений для надання тесту необхідної консистенції та однорідності.

Тривалість кожного етапу залежить від фізико-хімічних властивостей муки, а саме від її сорту, вологості та вмісту клейковини.

Місильна машина "Стандарт" складається з наступних основних частин:

Чавунний корпус - це основна опорна частина машини, до якої кріпляться інші елементи.

Фундаментна плита - це опора, на якій встановлюється машина.

Місильний орган - це елемент, який здійснює змішування продуктів.

Підкатна діжа - це елемент, в якому містяться продукти під час змішування.

Місильний орган має форму зігнутого під кутом важеля, чия робоча частина має форму лопаті. Це забезпечує ефективне перемішування продуктів у діжі. Лопатеподібна форма робочої частини відповідає профілю діжі, що забезпечує рівномірне розподіл продуктів у діжі.

Місильний орган підтримується шарнірною вилкою та підшипником, встановленим у корпусі черв'ячного колеса. Це забезпечує плавний рух робочого органу і запобігає його зсуву.

Рух місильного органа забезпечується електродвигуном ($P = 4,5$ кВт, $\omega = 1440$ обертів на хвилину) через клинопасову передачу 3, черв'як 4 та черв'ячне колесо 6, що вільно встановлене на пальці 5. Під час обертання черв'ячного колеса, пряма частина важеля описує коло, а зігнута частина - складну просторову криву. Кількість обертів місильного важеля складає 23,5 обертів на хвилину.

Діжа представляє собою сталю штамповану ємність, яка за допомогою центральної втулки 10 встановлена у втулку трьохколійної каретки 13. Під днищем діжі закріплене черв'ячне колесо 12, що з'єднане з черв'яком 18. Рух діжі здійснюється за допомогою вала черв'яка 4 через клинопасову передачу 19 зі швидкістю 5,9 обертів на хвилину. Ємність діжі складає 330 літрів.

Для початку замісу тіста, діжа розміщується на фундаментній плиті 15, каретка 13 блокується важелем 17, після чого закривається кришка 10 і машина запускається.

Після завершення замісу електродвигун 2 вимикається, кришка 10 піднімається, перевіряється положення лопаті місильного важеля 9. Якщо важіль залишився у нижньому положенні, його потрібно перенести вгору. Потім, натискаючи на педаль 14, діжу відпускають, після чого, рухаючи її назад, вона самостійно прокочується вниз по нахилу завдяки своїй вазі.

Тістомісильна машина МТ-60-01 призначена для замішування тіста різної консистенції. Вона складається з наступних основних частин:

Станина - це основна опорна частина машини, до якої кріпляться інші елементи.

Діжа - це елемент, в якому міститься тісто під час замішування.

Місильний орган - це елемент, який здійснює замішування тіста.

Електродвигун - це джерело енергії, яке приводить машину в дію.

Редуктор - це механізм, який перетворює обертання електродвигуна на обертання місильного органу.

Стійка - це елемент, який підтримує місильний орган.

Блок керування - це елемент, який дозволяє контролювати роботу машини.

Принцип дії машини МТ-60-01 аналогічний машині МТМ-95. Електродвигун приводить в обертання редуктор, який, у свою чергу, приводить в обертання місильний орган. Місильний орган, встановлений похило, переміщається вгору-вниз, змішуючи тісто в діжі. Діжа також обертається навколо своєї осі, що сприяє більш рівномірному замішуванню тіста.

Місильний орган машини МТ-60-01 має форму рамки і виконаний з нержавіючої сталі. Це забезпечує міцність і довговічність місильного органу.

Діжа машини МТ-60-01 виконана у вигляді омега-образної чаші з привареним днищем. Це забезпечує більш ефективне змішування тіста.

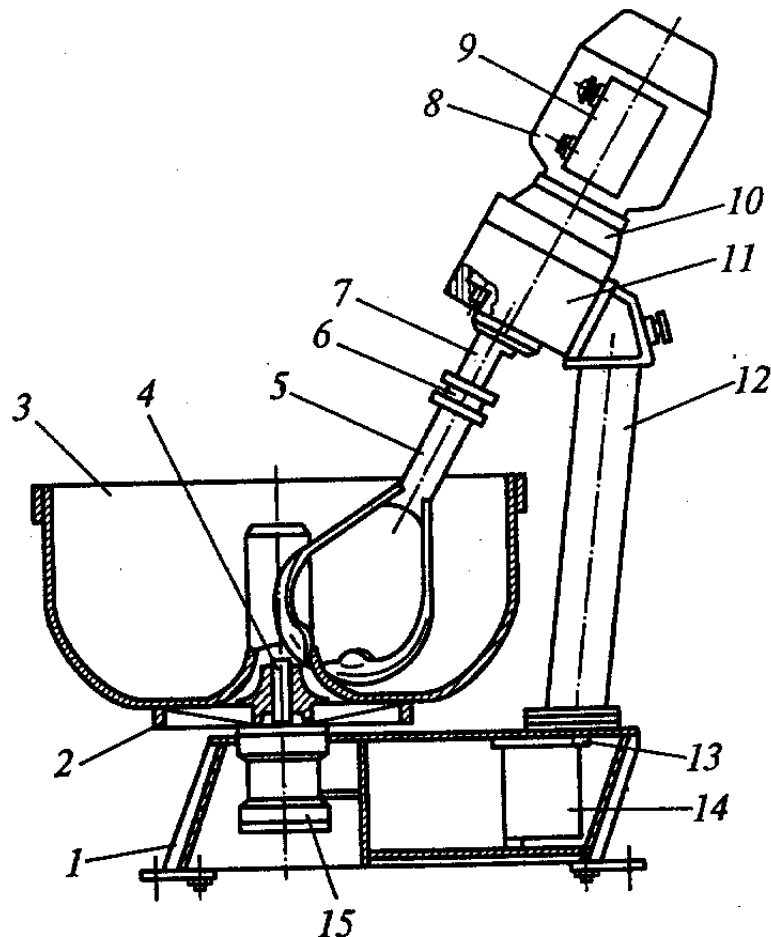


Рис. 1.4. Машина тістомісильна МТ-60-01:

1 — основа; 2 — днище; 3 — діжа; 4 — вал діжі; 5 — місильний орган; 6 — втулка; 7 — вал приводу; 8 — електродвигун; 9 — пост кнопковий; 10 — привід; 11 — редуктор; 12 — стійка; 13 — кришка; 14 — відсік; 15 — стакан

Стійка машини МТ-60-01 розташована похило, що дозволяє регулювати положення місильного органу і, відповідно, зазор між місильним органом і стінкою діжі. Це дозволяє оптимізувати процес замішування тіста для різних сортів муки та інших інгредієнтів.

Блок керування машини МТ-60-01 дозволяє контролювати швидкість обертання місильного органа, а також тривалість замішування тіста. Це дозволяє оператору налаштувати машину для отримання тіста необхідної консистенції.

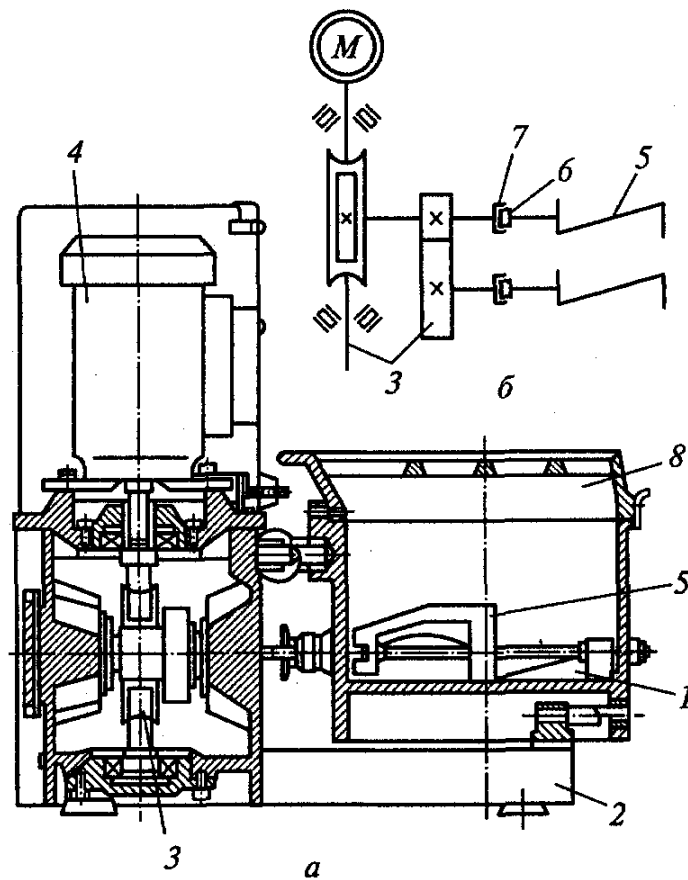


Рис. 1.5. Машина для замісу крутого тіста МТМ-15:

а — загальний вид; б — кінематична схема; 1 — робоча камера (резервуар); 2 — станина; 3 — черв'ячно-циліндричний зубчастий редуктор; 4 — електродвигун; 5 — лопатки; 6 — шип муфти; 7 — паз муфти; 8 — решітка кришки

Машина МТМ-15 використовується для замішування тіста, яке має жорстку консистенцію та використовується у виробництві пельменів, вареників, чебуреків та домашньої локшини. Її основні компоненти включають резервуар, лопаті, редуктор і електродвигун. Резервуар є головною робочою частиною, де відбувається замішування тіста, а лопаті здійснюють цей процес. Редуктор

відповідає за перетворення обертання електродвигуна на рух лопатей, що викликає замішування тіста.

Машина А2-ХТМ призначена для замішування тіста, яке містить суміш житнього та пшеничного борошна і має вологість в межах 33-54%. Її склад включає фундаментну плиту, станину, траверсу, місильний орган, діжу, привідні механізми та електрообладнання. Основні опори - фундаментна плита та станина, до яких кріпляться інші частини машини.

Принцип роботи обох машин включає введення компонентів для замішування у відповідні резервуари, активацію приводів для замішування тіста, вимикання цих приводів після закінчення замішування та вивантаження готового тіста. Машина А2-ХТМ також передбачає опускання траверси для закривання діжі та підйом траверси після завершення процесу замішування для вивантаження тіста.

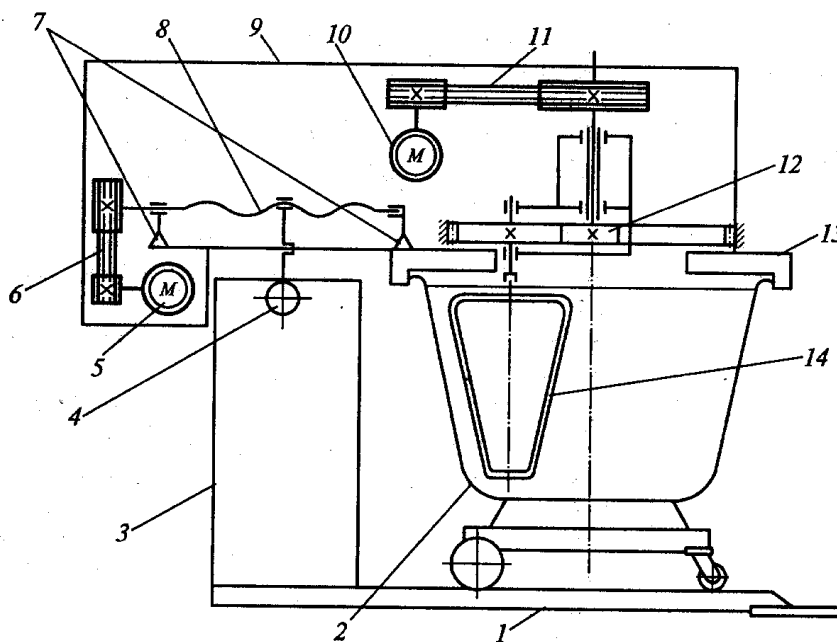


Рис.1.6. Принципова схема тістомісильної машини А2-ХТМ:

1 — фундаментна плита; 2 — діжа; 3 — станина; 4 — вісь повороту траверси; 5, 10 — електродвигуни; 6, 11 — клинопасові передачі; 7 — кінцеві вимикачі; 8 — гвинтова пара; 9 — траверса; 12 — планетарна передача; 13 — кришка; 14 — місильний орган

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Машина МТ-200 призначена для замішування пшеничного тіста. Застосовується на підприємствах хлібопекарної промисловості при випічці хліба і хлібо-булочних виробів.

Технічна характеристика машини МТ-200:

Тип	“МТ-200”
Вага тіста, кг	200
Число хитань місильного важеля за хвилину	43, 65
Число обертів діжі за хвилину	5,7
Час замішування тіста, хв	10
Електродвигун:	
тип	A02-41-4
потужність, кВт	4,8
число обертів за хвилину	1410
Напруга, В	220/380
Струм, А	16,1/9,3
Керування електродвигуном кнопковим магнітним пускателем типу	
	ПМЕ-22
Кінцевий вимикач	ВПК-2110
Габарити машини, мм:	
Довжина	1650
Ширина	1335
Висота	1555
Вага машини (без діжі), кг	750

Місильна машина з Z-подібними лопатями (рис.1.1) складається зі

1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – вдосконалити конструкцію місильного органу тістомісильної машини марки МТ-200, які дозволять підвищити ефективність роботи машини.

Завданнями кваліфікаційної роботи магістра є

Для втілення вказаних заходів із модернізації виконуються завдання:

аналіз обладнання для замушавання тіста;

розроблення заходів з модернізації тістомісильної машини МТ-200;

проектні розрахунки елементів і вузлів тістомісильної машини МТ-200;

розроблення тривимірної комп'ютерної моделі місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

виконання комп'ютерних досліджень місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200;

аналіз отриманих результатів;

розроблення заходів з охорони праці;

розроблення заходів із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єкт досліджень – маса, об'єм, напруження, переміщення, деформації і коефіцієнт запасу міцності в місильного робочого органу тістомісильної машини МТ-200 при робочих навантаженнях.

Предмет дослідження. Предметом дослідження виступає тістомісильна машина МТ-200.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування програмного забезпечення для виконання досліджень

SolidWorks - це програмне забезпечення комп'ютерного проектування (САПР), яке автоматизує процеси на промислових підприємствах на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Ця програма дозволяє розробляти вироби будь-якої складності та призначення.

SolidWorks розроблено SolidWorks Corp. (США), яка є частиною Dassault Systèmes (Франція) - провідної транснаціональної корпорації у сфері високих технологій програмного забезпечення. Продукти SolidWorks Corp. відзначаються високою якістю, надійністю та продуктивністю, а разом з цим забезпечені кваліфікованою підтримкою, це робить САПР SolidWorks найкращим рішенням для промислових потреб.

Системи SolidWorks пропонують комплексні рішення на основі передових технологій гібридного параметричного моделювання. Вони включають в себе інтегровані засоби електронного документообігу SWR-PDM та SWR-Workflow, а також широкий спектр спеціалізованих модулів. Випуск конструкторської документації відповідає вимогам ЄСКД. SolidWorks, яке має широкі можливості та доступну ціну, швидко імплементується в виробництво, забезпечуючи швидке повернення інвестицій.

SolidWorks вирішує широкий спектр завдань.

Конструкторська підготовка виробництва. Включає 3D-проекування виробів різної складності з урахуванням особливостей виробництва, створення конструкторської документації, промисловий дизайн, проектування комунікацій, інженерний аналіз (включаючи міцність, стійкість, теплопередачу, частотний аналіз, динаміку механізмів і т. д.). Також забезпечує експрес-аналіз технологічності під час проектування.

Технологічна підготовка виробництва. Включає проектування обладнання та інших засобів для технологічного оснащення, аналіз технологічності конструкції виробу, а також аналіз технологічності процесів виготовлення. Тут

проводиться розробка технологічних процесів, матеріальне та трудове нормування.

Управління даними та процесами. Включає роботу з цифровою моделлю виробу, електронний технічний та розпорядчий документообіг, технології колективної розробки, роботу розподілених команд, архівування технічної документації, проектне управління та захист даних.

SolidWorks Simulation (COSMOSWorks) - це універсальний інструмент для аналізу методом скінчених елементів. Навіть у мінімальній конфігурації модуля міцнісного аналізу забезпечується повноцінний статичний аналіз як деталей, так і збірок з використанням скінчених елементів твердого тіла, поверхонь та балок. Реалізовані різноманітні контактні умови та всілякі віртуальні з'єднувачі.

Для виконання різного роду інженерних розрахунків у складі SolidWorks передбачено відповідні модулі. Зокрема, модуль SolidWorks Simulation дозволяє виконувати інженерні розрахунки та моделювати вплив навколишнього середовища на виріб.

Лінійний аналіз напружень у SolidWorks Simulation є фактично необхідною частиною проектування, що дозволяє зменшити залежність від дорогих прототипів, уникнути доопрацювання та затримок, а також зекономити час і ресурси під час розробки. Цей аналіз дозволяє обчислювати напруги і деформації геометрії, такі як:

деталь або збірка, що деформується з невеликими поворотами та переміщеннями під навантаженням;

статичні навантаження виробу (без урахування інерції) і постійні навантаження;

матеріал під постійною напругою деформації (закон Гука).

Основою математичного апарату SolidWorks Simulation є моделювання методом аналізу кінцевих елементів (FEA) - дискретизація компонентів проекту у тверде тіло, оболонку або балковий елемент. При цьому використовується

лінійний аналіз напружень для визначення реакції деталей та вузлів під впливом сили, тиску, прискорення та температури.

Для проведення аналізу напружень важливу роль відводиться наявності відомостей про матеріали компонентів. У SolidWorks Simulation вже є стандартна база даних матеріалів, які можуть бути використані під час моделювання.

2.2. Лінійні і нелінійні розрахунки у SolidWorks Simulation

У зв'язку з тим, що багато промислових компонентів виготовляють з металу, аналіз металевих деталей може виконуватися за допомогою лінійного або нелінійного аналізу напружень. Аналіз неметалевих компонентів (наприклад, пластмаси або гумових деталей) вимагає використання методів нелінійного аналізу напружень через їх складний взаємозв'язок деформації і навантаження.

Лінійні розрахунки засновані на припущенні, що матеріали конструкції є пружними і що деформації конструкції є малими. Це означає, що співвідношення між напругами і деформаціями є лінійним.

Лінійні розрахунки є відносно простими і швидкими. Вони можуть бути використані для оцінки поведінки простих конструкцій, які піддаються малим деформаціям.

Нелінійні розрахунки не роблять припущення про пружність матеріалів або малі деформації. Це означає, що співвідношення між напругами і деформаціями може бути нелінійним.

Нелінійні розрахунки є більш складними і трудомісткими, ніж лінійні розрахунки. Вони можуть бути використані для оцінки поведінки складних конструкцій, які піддаються великим деформаціям або нелінійних навантаженнях.

Основна відмінність між лінійними і нелінійними розрахунками полягає в тому, що лінійні розрахунки роблять припущення про пружність матеріалів і малі деформації, а нелінійні розрахунки не роблять цих припущень.

Ця відмінність призводить до наступних відмінностей між лінійними і нелінійними розрахунками.

Лінійні розрахунки, як правило, менш точні, ніж нелінійні розрахунки. Це пов'язано з тим, що лінійні розрахунки не враховують нелінійну поведінку матеріалів і великих деформацій.

Також лінійні розрахунки, як правило, швидші, ніж нелінійні розрахунки. Це пов'язано з тим, що нелінійні розрахунки повинні вирішувати більш складні системи рівнянь.

Лінійні розрахунки можуть бути використані для оцінки поведінки простих конструкцій, які піддаються малим деформаціям. Нелінійні розрахунки можуть бути використані для оцінки поведінки складних конструкцій, які піддаються великим деформаціям або нелінійним навантаженням.

Вибір між лінійними і нелінійними розрахунками залежить від складності конструкції і вимог до точності.

Якщо конструкція є простою і буде піддаватися малим деформаціям, то можна використовувати лінійні розрахунки. Це буде швидше і простіше, ніж нелінійні розрахунки.

Якщо конструкція є складною або буде піддаватися великим деформаціям, то необхідно використовувати нелінійні розрахунки. Це забезпечить більш точну оцінку поведінки конструкції.

Якщо деформації конструкції будуть меншими, ніж 10% від початкових розмірів, то можна використовувати лінійні розрахунки.

Якщо деформації конструкції будуть більшими, ніж 10% від початкових розмірів, то необхідно використовувати нелінійні розрахунки.

Якщо конструкція має елементи, які піддаються великим деформаціям, то необхідно використовувати нелінійні розрахунки.

Якщо конструкція піддається нелінійним навантаженням, то необхідно використовувати нелінійні розрахунки.

Слід зазначити, що ці рекомендації є загальними і можуть бути скориговані залежно від конкретних умов.

2.3. Моделювання методом аналізу кінцевих елементів в SolidWorks Simulation

Метод аналізу кінцевих елементів (МКЕ) є одним з найпоширеніших методів чисельного моделювання в інженерії. Він дозволяє досліджувати поведінку складних конструкцій під впливом навантажень і інших факторів.

SolidWorks Simulation є потужним програмним забезпеченням для МКЕ, яке дозволяє інженерам моделювати широкий спектр конструкцій.

Основні етапи моделювання методом МКЕ в SolidWorks Simulation.

1. Створення моделі конструкції. Створюють модель конструкції в SolidWorks. Модель повинна точно відображати реальну конструкцію. Важливо використовувати точні дані про розміри, форми і матеріали конструкції.

Перший крок у процесі моделювання методом МКЕ в SolidWorks Simulation - це створення моделі конструкції в SolidWorks. Модель повинна точно відображати реальну конструкцію. Важливо використовувати точні дані про розміри, форми і матеріали конструкції.

При створенні моделі важливо використовувати точні дані про розміри і форми конструкції. Ці дані можна отримати з конструкторської документації, експериментів або інших джерел.

Також важливо правильно визначити матеріали, з яких виготовлена конструкція. Для цього можна використовувати дані з довідників або експериментальні дані.

2. Задання граничних умов. Задають граничні умови, які будуть діяти на конструкцію. Граничні умови повинні точно відображати реальні умови, в яких буде працювати конструкція.

Граничні умови - це умови, які визначають поведінку конструкції під впливом навантажень. Граничні умови повинні точно відображати реальні умови, в яких буде працювати конструкція.

При визначенні граничних умов важливо враховувати всі типи навантажень, які будуть діяти на конструкцію. Це включає в себе навантаження від навантаження, навантаження від температури та навантаження від вібрації.

Також важливо правильно визначити напрямки і величини навантажень. Ці дані можна отримати з конструкторської документації, експериментів або інших джерел.

3. Вибір методу розрахунку. Виходячи із особливостей вирішуваного завдання, вибирають метод розрахунку, який відповідає складності конструкції і вимогам до точності.

SolidWorks Simulation пропонує широкий спектр методів розрахунку, які мають різні рівні точності. Вибір методу розрахунку залежить від складності конструкції і вимог до точності.

Для простих конструкцій, які піддаються лінійним навантаженням, можна використовувати лінійні статичні розрахунки. Для більш складних конструкцій, які піддаються нелінійним навантаженням, можна використовувати нелінійні статичні розрахунки.

4. Розбиття моделі на елементи. Розбивають модель на елементи. Елементи - це невеликі частини моделі, для яких розв'язується система диференціальних рівнянь.

Після створення моделі конструкції і визначення граничних умов необхідно розбити модель на елементи. Елементи - це невеликі частини моделі, для яких розв'язується система диференціальних рівнянь.

SolidWorks Simulation пропонує різні методи розбиття моделі на елементи. Вибір методу розбиття залежить від складності конструкції і вимог до точності.

5. Розв'язання системи рівнянь. Розв'язують систему диференціальних рівнянь для кожного елемента.

Після розбиття моделі на елементи необхідно розв'язати систему диференціальних рівнянь для кожного елемента.

SolidWorks Simulation пропонує різні методи розв'язання системи рівнянь. Вибір методу розв'язання залежить від складності конструкції і вимог до точності.

6. Аналіз результатів. Аналізують. результати розрахунків.

Після того, як система рівнянь буде розв'язана, можна проаналізувати результати розрахунків.

SolidWorks Simulation пропонує різні інструменти для аналізу результатів розрахунків. Ви можете використовувати ці інструменти для перегляду деформацій, напруг і інших результатів розрахунків.

Також важливо порівняти результати розрахунків з експериментальними даними. Це допоможе вам оцінити точність розрахунків.

3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень
вдосконалення об'єкта дослідження.

3.1. Опис будови і роботи тістомісильної машини МТ-200

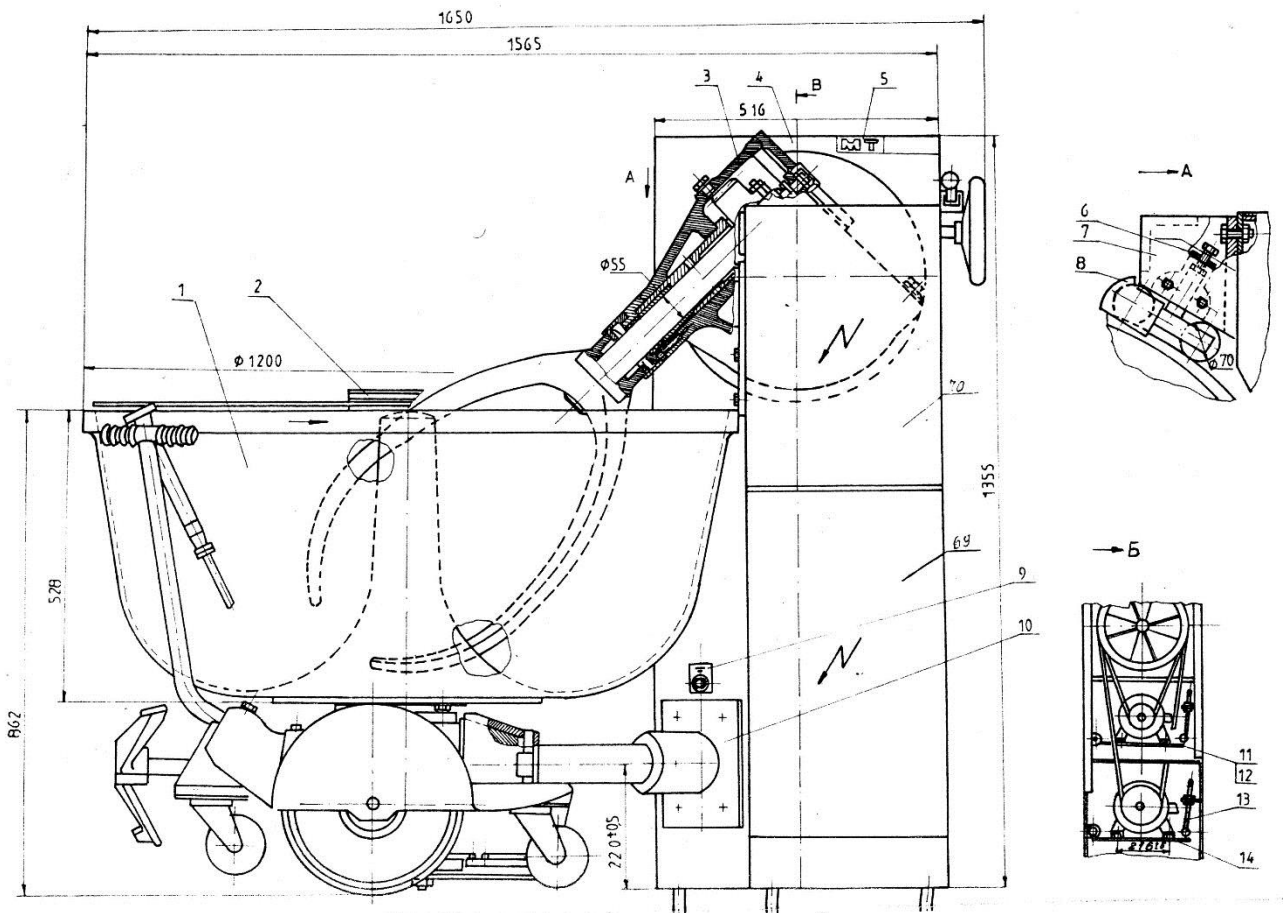


Рис. 3.1. Тістомісильна машина “МТ-200”.

Тістомісильна машина “МТ-200” (рис. 3.1) складається з таких основних вузлів: приводної головки 3, блока важелів 8, станини 70, огорожі 69, фундаментної плити, привода діжі 10, місильного важеля 2, електрообладнання.

Основою машини є чавунна плита, яка кріпиться до фундаменту чотирма болтами. З обох боків на плиті є площадки під ходові колеса діжі, а в передній частині - фігурний паз для напрямного ролика.

Для закріплення діжі на плиті передбачено два чавунні кронштейни і упор заскочки, а для розкріплений - стояк і вилка з ножним важелем. Кронштейн,

стояк і упор прикріплюються до плити болтами. Положення упора заскочки і вилки ножного важеля на плиті зафіксоване циліндричними штифтами.

За стояками на чотирьох бобишках фундаментної плити встановлена станина. Вона кріпиться до фундаментної плити за допомогою чотирьох болтів і фіксується двома циліндричними штифтами. Станина являє собою порожнистий чавунний виливок прямокутної форми із скосом на передній стінці.

Всередині станини до задньої стінки за допомогою чотирьох болтів прикріплена опорна плита. В прямокутних пазах опорної плити встановлено чотири болти, якими закріплено електродвигун. Для огляду і обслуговування електродвигуна бокові сторони станини мають отвори, закриті кришками.

Ліва кришка має отвір для виходу вала електродвигуна, права - глуха. На валу електродвигуна насаджений клинопасовий шків.

Кріплення шківа виконане за допомогою шпонки і гвинта. На задній стінці станини з зовнішнього боку закріплено магнітний пускач ПМЕ-22.

Із зовні на передній стінці станини встановлені кронштейни черв'ячного привода діжі.

На передній частині щиток знаходиться кульова ручка, що служить для підймання щитка і кнопковий вимикач КМЗ-2.

З метою створення умов для безпечної роботи на машині щиток зблокований з електродвигуном за допомогою кінцевого вимикача ВПК-2110, встановленого на правому боці корпусу приводної головки. При піднятому щитку і натисненні на кнопку "Пуск" електродвигун не включається; для включення електродвигуна необхідно опустити щиток

3.2. Вибір конструкції модернізованого місильного робочого органу

Місильний робочий орган машини МТ-200 при замісі здійснює перемішування за складною траєкторією. Для даної траєкторії характерним є більш сильно виражене перемішування у вертикальному (або осьовому) напрямку. Інтенсифікувати процес замішування можна за рахунок підсилення

радіальної складової переміщення тіста при здійсненні перемішування. Для цього встановимо нову конструкцію місильного робочого органу, у виді двозубих вил із зігнутими всередину кінцями (рис. 3.2.). Дані зміни забезпечують збільшення активної площі місильного органу в зоні замісу. Для кращої роботи місильного органу пропонується зробити з тильного боку обидвох зубів вибірки, які повторюють контур зуба. Це дозволить зменшити різницю в міцності по довжині зуба і зніме концентратор напруження в його кінцевій частині.



Рис. 3.2. – Модернізований місильний робочий орган

3.3. Структурний аналіз тістомісильної машини

Основними механічними операціями, які виконуються в тістомісильній машині, є обертання підкатної діжі навколо своєї осі і заміс за рахунок складного руху місильного вала. По принципу дії тістомісильна машина відноситься до технологічного обладнання з механічним приводом основних елементів.

Складемо структурну (рис.3.3) і кінематичну (рис. 3.4) схеми тістомісильної машини. Схема включає електричні двигуни, черв'ячну,

прямозубі циліндричну і конічну передачі, пасові і ланцюгову передачі та робочі органи (місильний важіль і підкатна діжа).

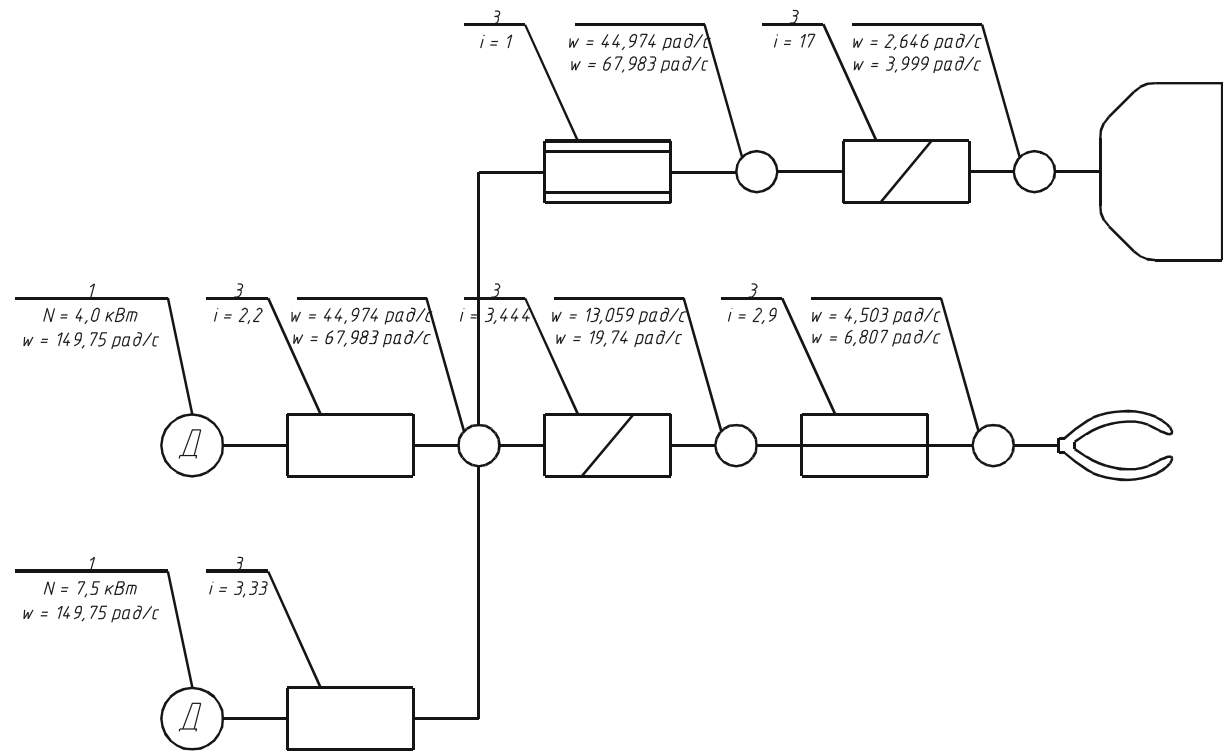


Рис. 3.3. Структурна схема тістомісильної машини.

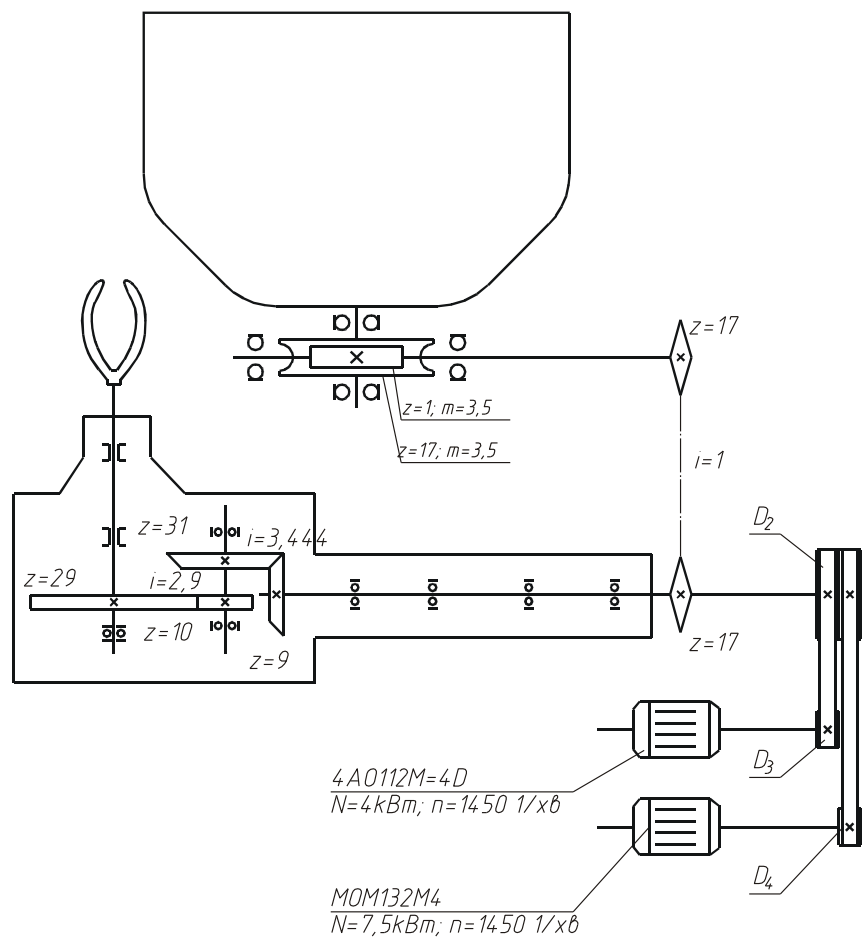


Рис. 3.4. Кінематична схема тістомісильної машини.

3.4. Технологічний розрахунок тістомісильної машини МТ-200

Виберем частоту обертання місильного вала:

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

Куова швидкість обертання місильного вала:

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

Необхідну потужність на заміс тіста знайдемо за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

Сила опору продукту при замісі:

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

Момент сили, необхідний на заміс:

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

Необхідна потужність на заміс тіста:

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

3.5. Розрахунок приводу діжі

Вихідні дані:

$$\text{потужність на ведучому черв'яку } P_1 := 0.212 \quad (\text{кВт})$$

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

$$\text{передаточне число передачі } u := 17$$

передача нереверсивна;

режим навантаження легкий (Л);

можливі короткочасні перевантаження до 150 % від номінального;

$$\text{строк служби передачі } h := 10000 \quad \text{год.}$$

Параметри навантаження черв'ячної передачі. При орієнтовному значенні

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

$$P_2 := P_1 \cdot \eta \quad P_2 = 0.2 \quad (\text{кВт})$$

Кутова швидкість веденого вала

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

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

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

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

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

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

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

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

Орієнтовна швидкість ковзання зубів у зачепленні:

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

Сумарне число циклів навантаження зубців колеса за строк служби:

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

Для легкого режиму при коефіцієнті інтенсивності $K_{FE} := 0.01$

еквівалентне число циклів навантаження зубців

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

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

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

твердість $H_1 := 50$ (HRC),

Робочі поверхні витків шліфовані.

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

можна брати безолов'яну бронзу БрА9Ж3Л (відливання в кокіль) з такими характеристиками []: границя міцності

$\sigma_B := 650$ (МПа),

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

Допустимі напруження для розрахунків черв'ячної передачі

а) допустимі контактні напруження.

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

$$I\sigma_{H0} := 350 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma_{H0} = 344.48 \text{ (МПа)}$$

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

За [] допустиме граничне контактне напруження

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

б) допустимі напруження на згин.

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

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

За формулою [] коефіцієнт довговічності

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

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

Тоді для зубців черв'ячного колеса допустиме напруження на згин

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

За [3] допустиме граничне напруження згину

$$\sigma_{Fmax} := 0.8\sigma_T \quad \sigma_{Fmax} = 224 \quad (\text{МПа})$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Мінімальна міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot \left(\frac{z_2}{q} + 1\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 H' K_{H\beta} \cdot q^2}{(z_2 \cdot \sigma_H)^2}} \quad a_{wmin} = 48.42 \quad (\text{мм})$$

За формулою [3] модуль черв'ячної передачі:

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

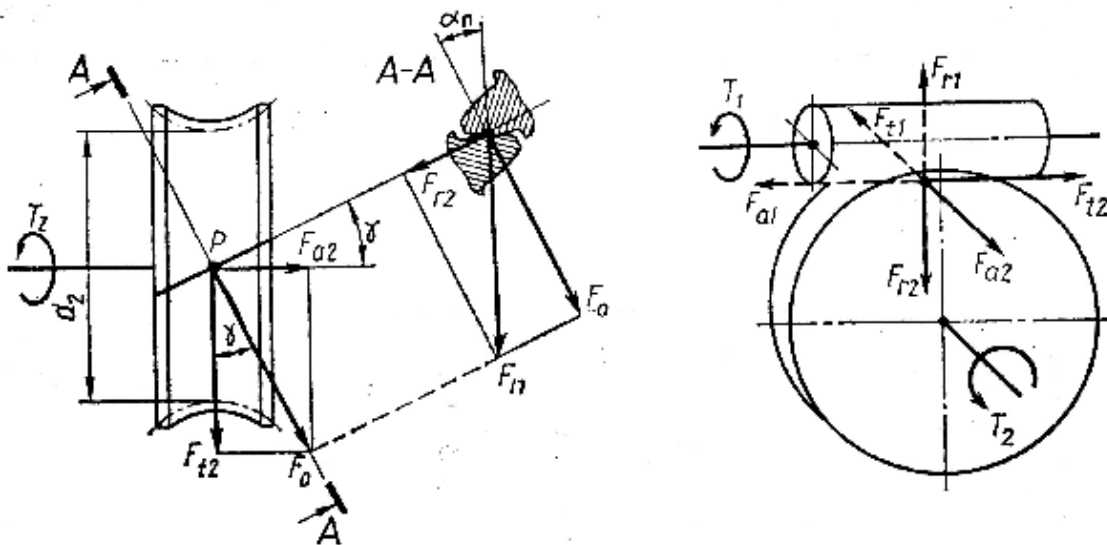


Рис. 3.5. Розрахункова схема черв'яка

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

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

Діаметри вершин витків черв'яка та зубців колеса:

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

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

Міжосьова відстань передачі

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

Ширина вінця черв'ячного колеса []

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

вибираємо $b_2 := 27$ (мм)

Ділильний кут підйому лінії витка черв'яка

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

Швидкість ковзання у зачепленні

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

Уточнене значення допустимого контактного напруження

$$I_{\sigma H} := 300 - 25 \cdot v_s \quad I_{\sigma H} = 296.24 \quad (\text{МПа})$$

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

Еквівалентне число зубців черв'ячного колеса

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

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

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

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

Для розрахунку попередньо визначимо коефіцієнти:

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

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

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

$K_{H\beta} = 1.01$

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

За формулою [3] питома розрахункова колова сила:

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

Розрахункове контактне напруження:

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

$$\sigma_H \leq I\sigma_H$$

Стійкість зубців проти заїдання і втомного викривування забезпечується.

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

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

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

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на втому при згині.

Розрахункові коефіцієнти такі:

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

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

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

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

$$K_{Fv} := K_{Hv} \quad K_{Fv} = 1.4 \quad - \text{ коефіцієнт динамічного навантаження.}$$

За формулою [3] питома розрахункова колова сила:

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

Розрахункове напруження згину:

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

$$\sigma_F \leq I\sigma_F$$

Втомна міцність зубців при згині забезпечується.

Перевірка міцності зубців при згині максимальним навантаженням.

За формулою

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

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

Тут також міцність забезпечується.

Розрахунок параметрів черв'ячної передачі [3].

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

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

висота ніжки витка та зубця

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

висота витка та зубця

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

розрахункова товщина витка

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

Розміри вінців черв'яка та черв'ячного колеса:

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

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

діаметри впадин

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

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

найбільший діаметр черв'ячного колеса

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

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

довжина нарізваної частини черв'яка

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

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

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

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

Міжосьова відстань черв'ячної передачі

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

Сили у зачепленні черв'ячної передачі

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

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

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

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

радіальна сила на колесі дорівнює радіальній силі на черв'яку

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

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

осьова сила на колесі дорівнює коловій силі на черв'яку

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

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

12. ККД черв'ячної передачі.

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

За формулою [3]:

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

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

13. Перевірка черв'яка на жорсткість.

Рівнодійна колової та радіальної сил на черв'як:

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

Осьовий момент інерції перерізу черв'яка:

$$I_0 := \frac{\pi \cdot d_{f1}^4}{64} \quad I_0 = 62564.36 \quad (\text{H})$$

Беремо наближено відстань між опорами черв'яка

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

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

розрахункова стрілка прогину черв'яка

$$y := \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_0} \quad y = 0.000998 \quad (\text{мм})$$

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

3.6. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини МТ-200

3.6.1. Вивірка і центрування тістомісильної машини МТ-200

Розташування тістомісильної машини на фундаментах у проектному положенні передбачає кілька кроків та операцій: розміщення опорних елементів, попереднє встановлення машини на ці елементи, перевірку розташування машини в плані по висоті та горизонталі (вертикалі), ущільнення проміжку "обладнання - фундамент", закріплення обладнання за допомогою затягування фундаментних болтів із встановленим натягом. Точність розміщення обладнання по висоті і горизонталі може бути досягнута методом безвивіркового монтажу, коли опорні елементи встановлюються в межах розрахункових допусків, не потребуючи додаткових регулювань.

Під час перевірки розташування обладнання в плані зміщення приміщення можна виконати за допомогою вантажних кранів, домкратів і монтажних пристроїв, урахувавши зазори між стінами отворів базової деталі обладнання та стержнями раніше встановлених фундаментних болтів або в межах проміжків під закріплювальні вироби під час зливання бетону навколо фундаментних болтів. Регулювання висоти та горизонтальності обладнання здійснюється за допомогою опорних елементів різних конструкцій.

3.6.2. Організація ремонту тістомісильної машини. система і графік планово-попереджувального ремонту

Технічне обслуговування тістомісильної машини включає виконання ряду заходів, описаних у відповідних інструкціях експлуатації, а також додержання встановленого графіку планово-попереджувальних робіт (ППР). Робочі поверхні необхідно чистити в кінці кожної зміни використання. Регулярно, згідно з графіком перевірок ОГМ або ОГЗ, слід перевіряти контакти пускових пристроїв, ізоляцію та опори заземлення всієї лінії і негайно усувати будь-які виявлені

недоліки. Технічне обслуговування передбачає повсякденний догляд за машинами, виконання правил експлуатації, контроль за станом обладнання та його використанням відповідно до вимог посадових інструкцій, правил технічної експлуатації, техніки безпеки та охорони праці.

Планове технічне обслуговування включає перевірку стану деталей і складальних одиниць, які зазнали зносу. Ці регулярні огляди виконуються під час міжремонтних періодів спеціалізованим персоналом; під час огляду повинні бути присутнім механік цеху та представник відділу головного механіка.

Поточний ремонт проводиться шляхом розбирання окремих складальних одиниць у неробочі зміни або вихідні дні. Це включає мийку машин та апаратів зі зміною мастила, регулювання складальних одиниць, які мають найбільший знос та підвищене навантаження, розбирання вузлів для заміни або ремонту деталей з встановленою відповідністю міжремонтному періоду, збирання та перевірку відремонтованих вузлів та складальних одиниць, а також ремонт антикорозійних покриттів.

Середній ремонт проводять по мірі зношення деталей та складальних одиниць. Він включає в себе роботи, передбачені поточним ремонтом, ремонт чи заміну великих деталей і складальних одиниць, заміну втулок, підшипників, шестерень, вивірку та регулювання складальних одиниць і комплексів, випробування та покраску.

Капітальний ремонт передбачає одночасну заміну значної кількості деталей та складальних одиниць, включаючи розбирання, промивання, ремонт чи заміну зношених елементів, перевірку фундаментів та станини, збирання та перевірку машини. Позаплановий ремонт виконується в разі аварії машини та передбачає складання акта про причини аварії та заходи щодо її ліквідації. Цей ремонт може бути поточним або капітальним. Технічний огляд обладнання включає перевірку габаритних розмірів у крайніх точках машини, зважування для визначення маси, перевірку правильності збирання згідно з конструкторською документацією та дотримання вимог техніки безпеки.

4. Дослідження місильного органу тістомісильної машини МТ-200

4.1. Постановка завдань дослідження з використанням програми SolidWorks

В ході виконання досліджень місильного органу тістомісильної машини марки МТ-200 з використанням програми SolidWorks спробуємо встановити геометричні параметри вибірок на його зубах. Виконаємо серію моделюючих розрахунків для глибини пазу 10 мм, 15 мм, 20 мм, 25 мм та 30 мм.



Рис. 4.1. Конструктивна схема місильного органу тістомісильної машини МТ-200.

Як основний матеріал виберемо сталь 40Х13:

Тип моделі:	Лінійний
	Пружний
	Ізотропний
Межа текучості:	3,51571e+08 Н/м ²
Межа міцності при розтягу:	4,20507e+08 Н/м ²
Модуль пружності:	2e+11 Н/м ²
Коефіцієнт Пуассона:	0,29
Масова густина:	7 900 кг/м ³
Модуль зсуву:	7,7e+10 Н/м ²
Коефіцієнт теплового розширення:	1,5e-05 /К

Дослідження проводитимемо за умов:

Тип аналізу	Статичний
Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване розбиття:	Сітка на основі кривизни
Точки Якобіана	4 Точки
Епюра якості сітки	Висока
Тепловий ефект:	Вмк
Термічний параметр	Ігнорувати теплові навантаження
Температура при нульовій напрузі	298 Kelvin
Тип вирішуючої програми	FFEPlus
Несумісні параметри зв'язку	Авто
Великі переміщення	Вимк
Обчислити сили вільних тіл	Вмк
Тертя	Вимк
Використовувати адаптивний метод:	Вимк

4.2. Результати моделювання місильного органу тістомісильної машини МТ-200.

Схема місильної лопатки представлена на рис. 4.2. Показано задані типи кріплень і навантаження. На рис. 4.3. показано сітку МКЕ. На рис.4.4 – рис.4.23 висвітлено результати досліджень.

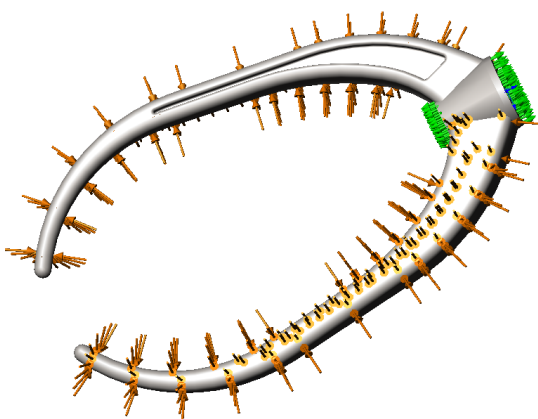


Рис. 4.2. Розрахункова схема місильного органу

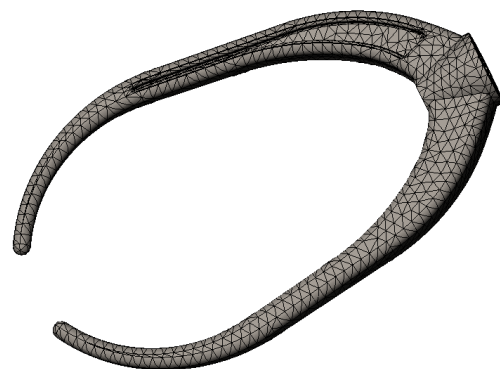


Рис. 4.3. Розрахункова сітка місильного органу на основі кривизни.

Имя модели:Роборган10
Название исследования:Статический 1[-По умолчанию-]
Тип элторы: Статический узловое напряжение Напряжение1

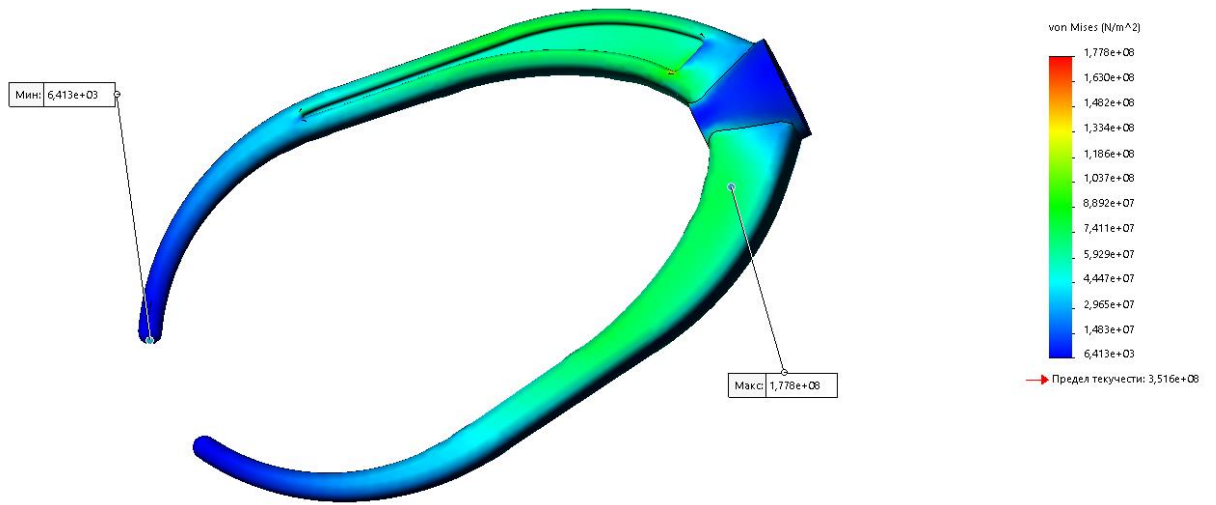


Рис. 4.4. Напряжения за фон Мизесом для мисильного органа тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 10 мм

Имя модели:Роборган10
Название исследования:Статический 1[-По умолчанию-]
Тип элторы: Статическое перемещение Перемещение1

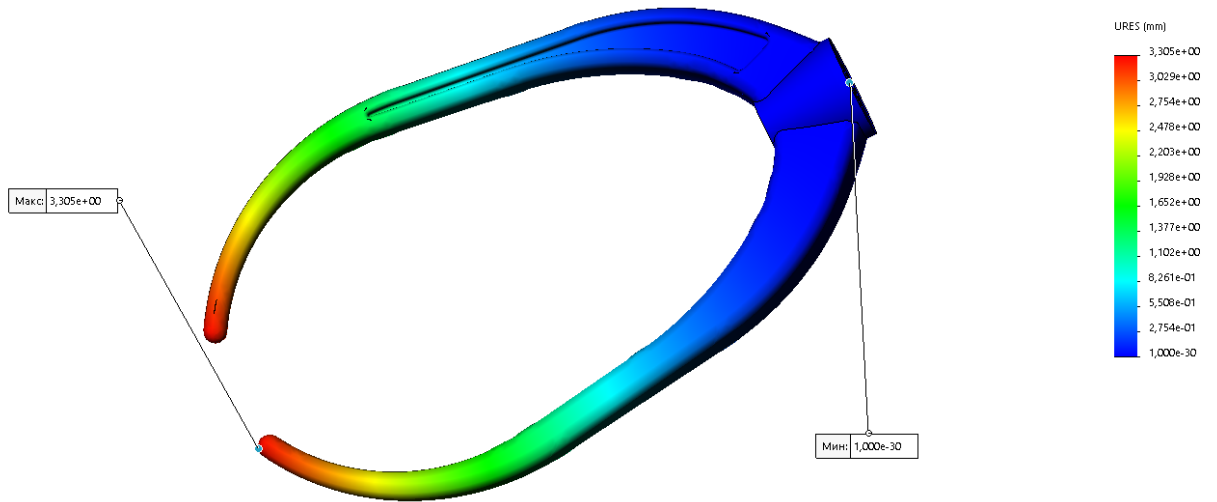


Рис 4.5. Статичне переміщення для мисильного органа тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 10 мм.

Имя модели:Роборган10
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация

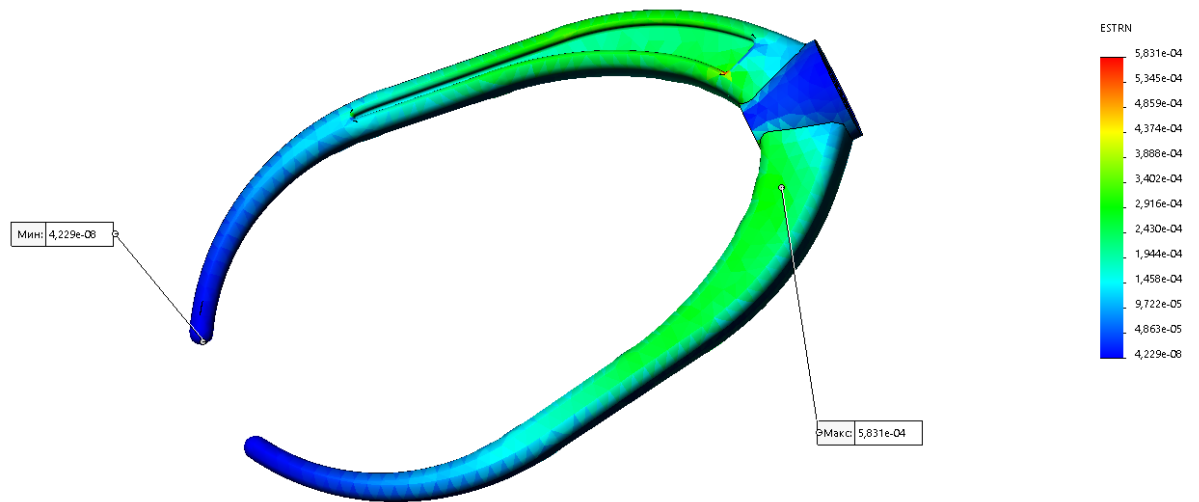


Рис 4.6. Статична деформація для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 10 мм.

Имя модели:Роборган10
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип эпоры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий : Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 2

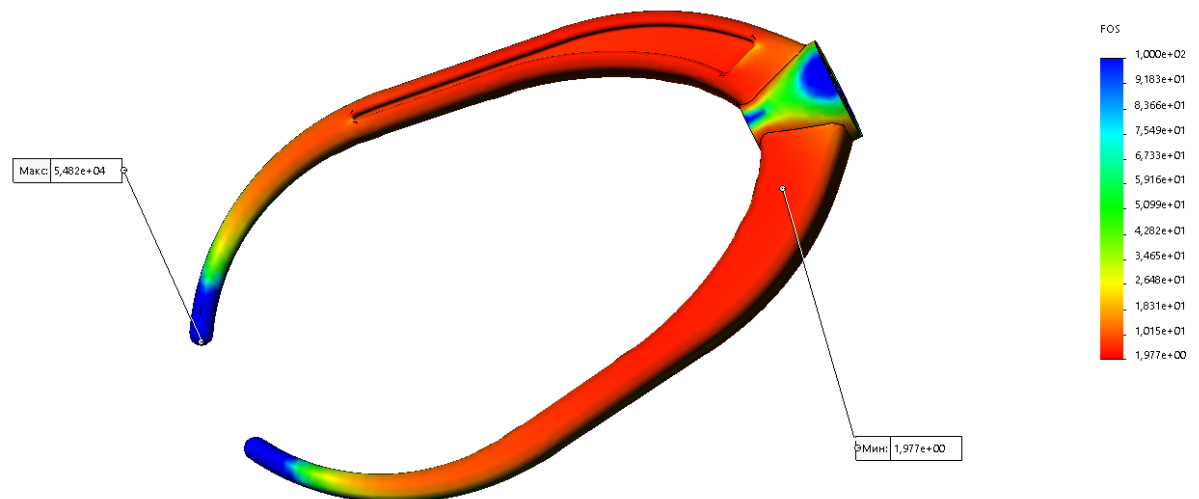


Рис. 4.7. Запас міцності (FOS) для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 10 мм.

Имя модели:Роборган15
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэоры: Статический узловое напряжение Напряжение1

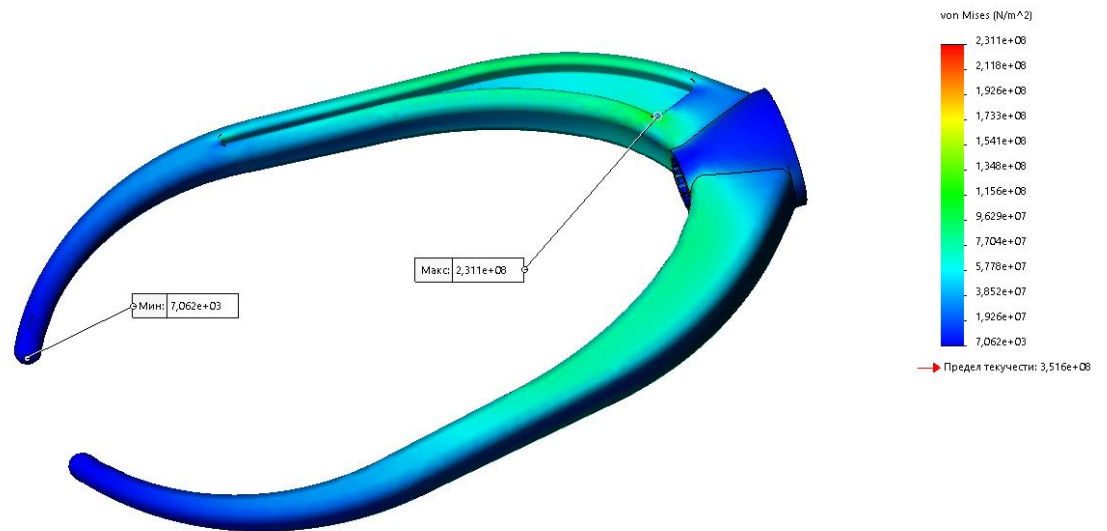


Рис. 4.8. Напряжения за фон Мизесом для мисильного органа тiстомисильной машины МТ-200 при глубинi пазу 15 мм.

Имя модели:Роборган15
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэоры: Статическое перемещение Перемещение1

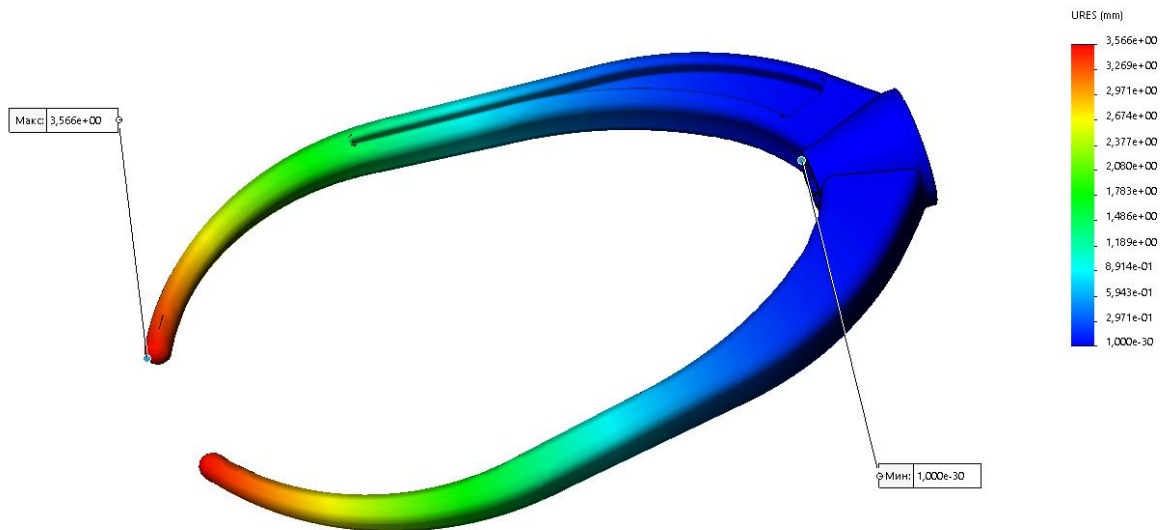


Рис 4.9. Статичне перемiщення для мисильного органа тiстомисильной машины МТ-200 при глубинi пазу 15 мм.

Имя модели:Роборган15
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэуры: Статическая деформация Деформация1

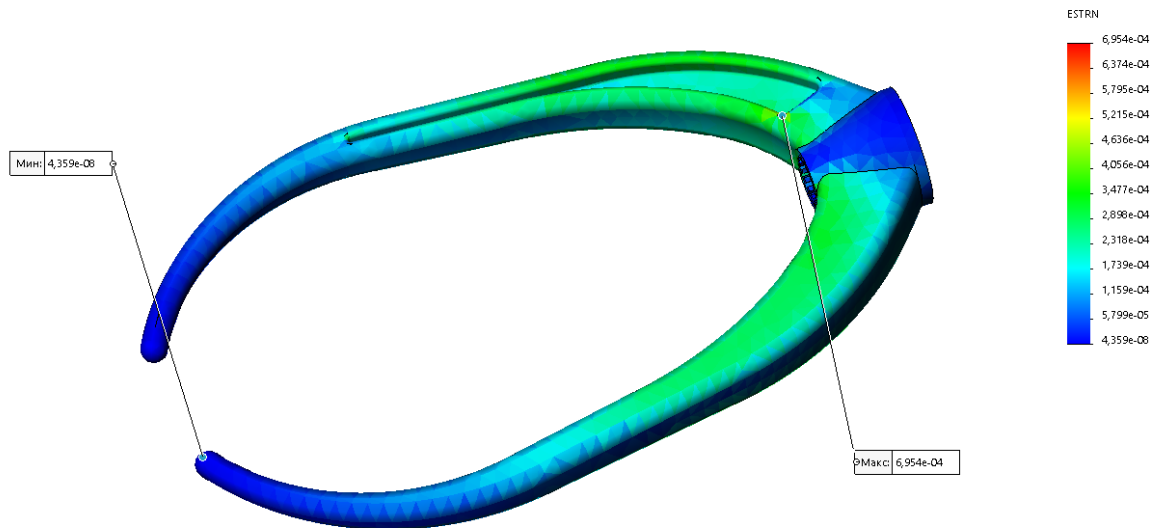


Рис 4.10. Статична деформація для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 15 мм.

Имя модели:Роборган15
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэуры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий : Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,5

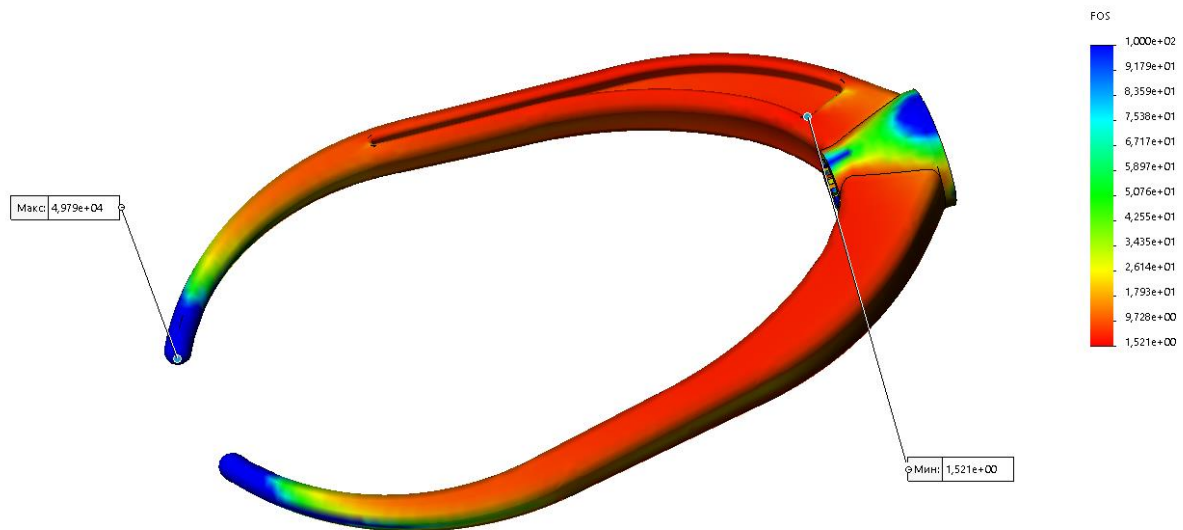


Рис. 4.11. Запас міцності (FOS) для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 15 мм.

Имя модели:Роборган20
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элторы: Статический узловое напряжение Напряжение1

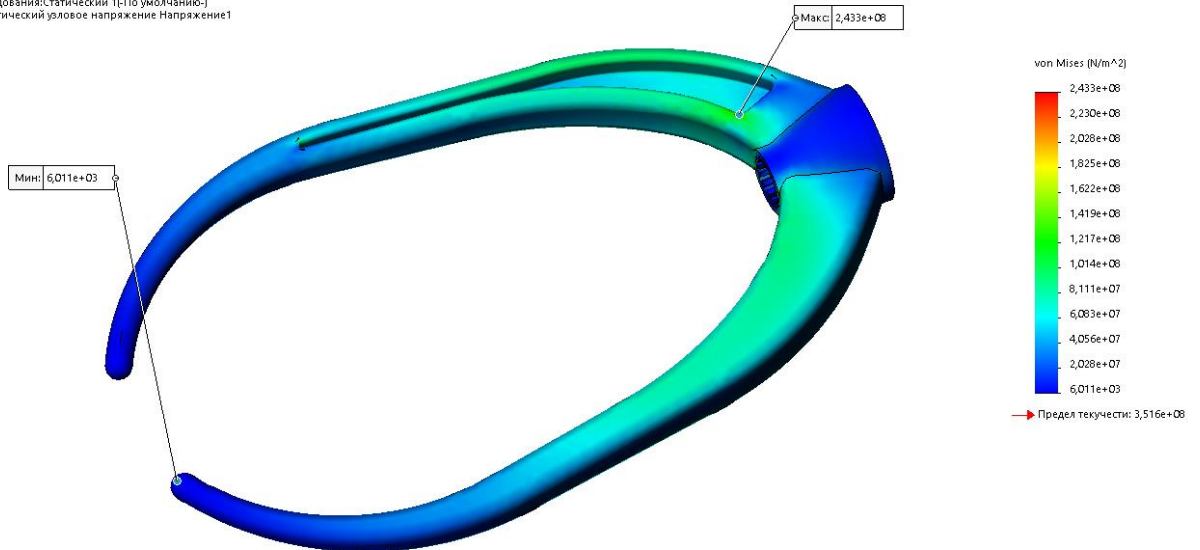


Рис. 4.12. Напряжения за фон Мизесом для мисильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 20 мм.

Имя модели:Роборган20
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элторы: Статическое перемещение Перемещение1

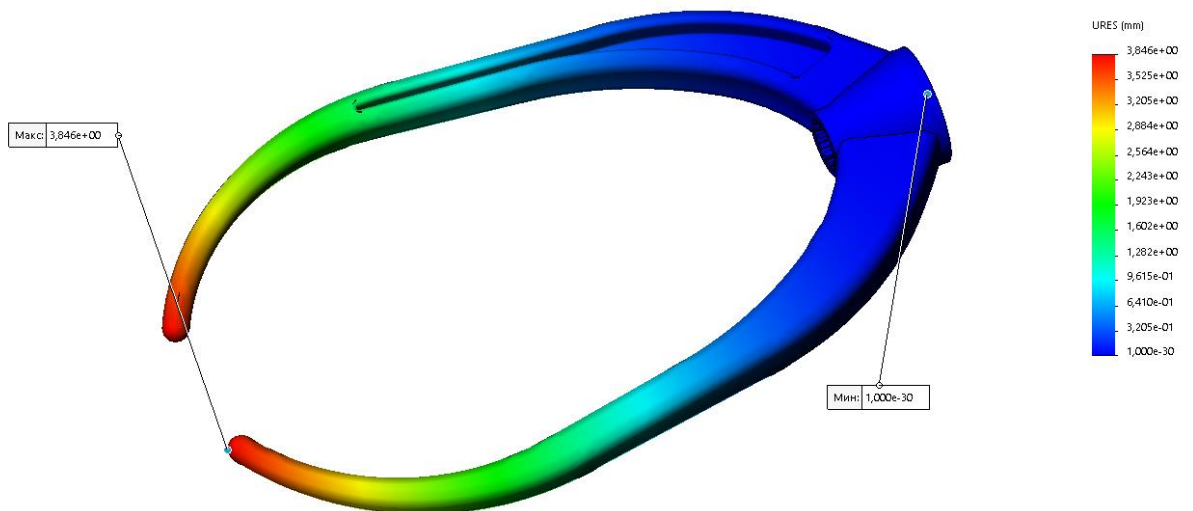


Рис 4.13. Статичне переміщення для мисильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 20 мм.

Имя модели:Роборган20
Название исследования:Статический 1[-По умолчанию-]
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1

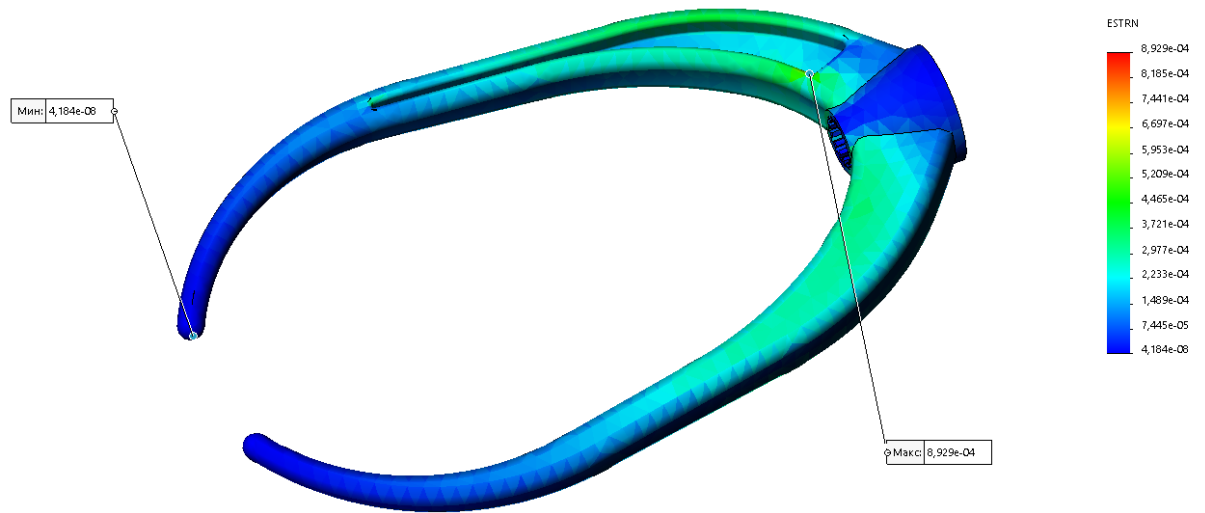


Рис 4.14. Статична деформація для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 20 мм.

Имя модели:Роборган20
Название исследования:Статический 1[-По умолчанию-]
Тип эпоры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий : Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,4

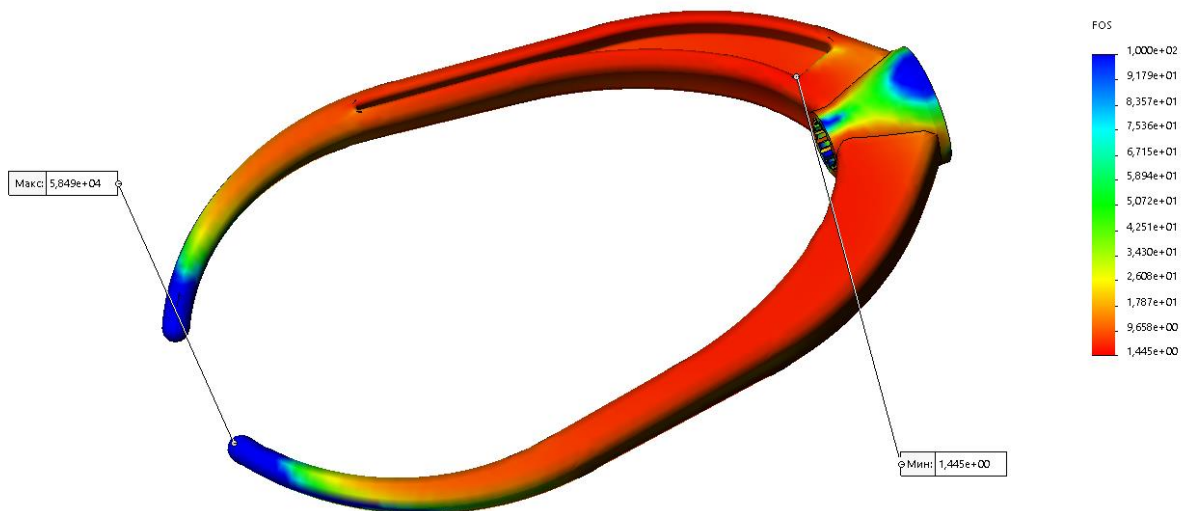


Рис. 4.15. Запас міцності (FOS) для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 20 мм.

Имя модели:Роборган25
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэоры: Статический узловое напряжение Напряжение1

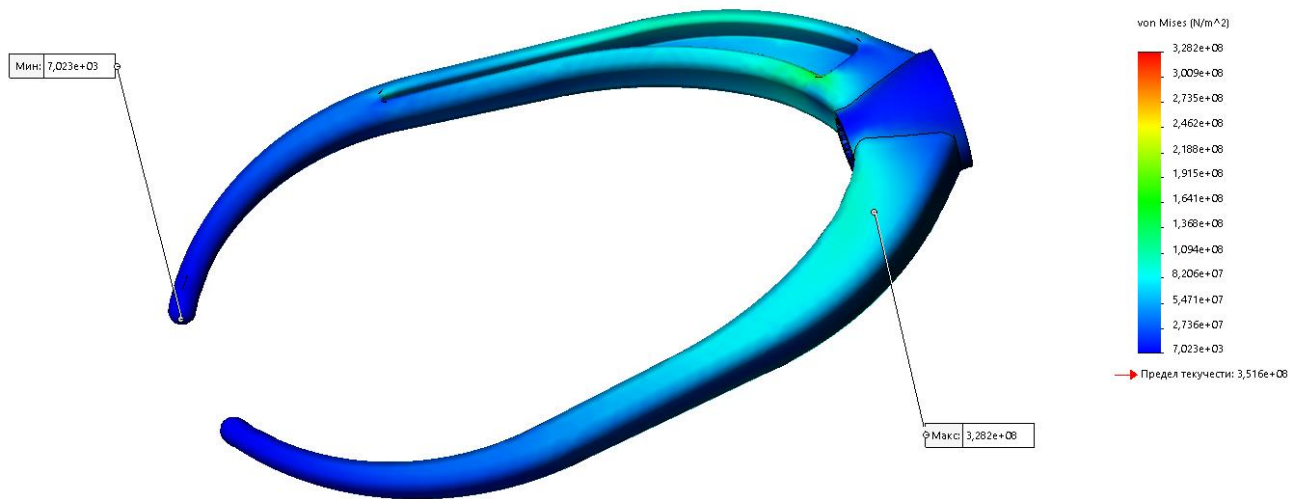


Рис. 4.16. Напряжения за фон Мизесом для мисильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 25 мм.

Имя модели:Роборган25
Название исследования:Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэоры: Статическое перемещение Перемещение1

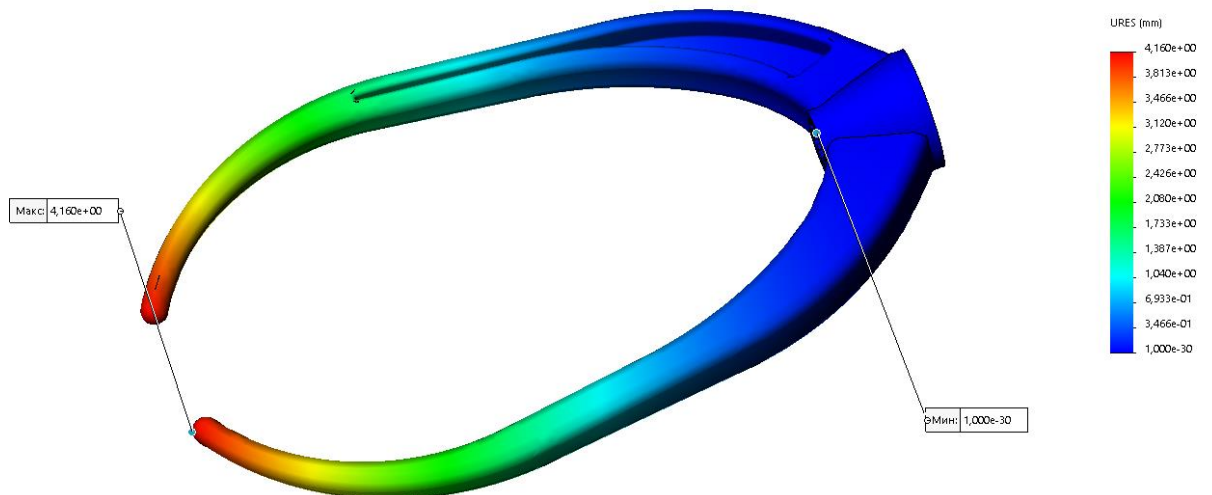


Рис 4.17. Статичне переміщення для мисильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 25 мм.

Имя модели:Роборган25
Название исследования:Статический 1(По умолчанию)
Тип элюры: Статическая деформация Деформация1

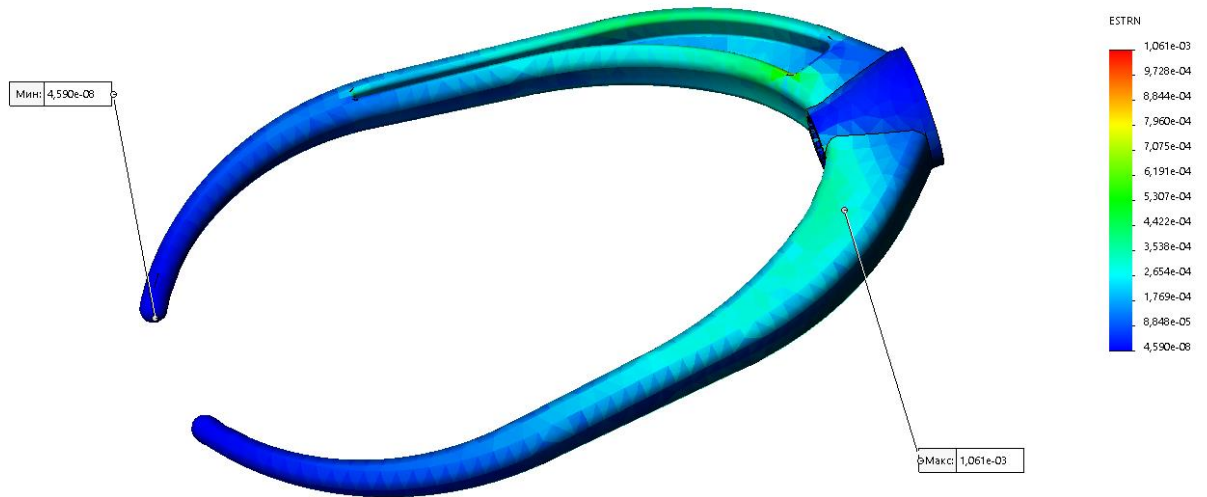


Рис 4. 18. Статична деформація для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 25 мм.

Имя модели:Роборган25
Название исследования:Статический 1(По умолчанию)
Тип элюры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,1

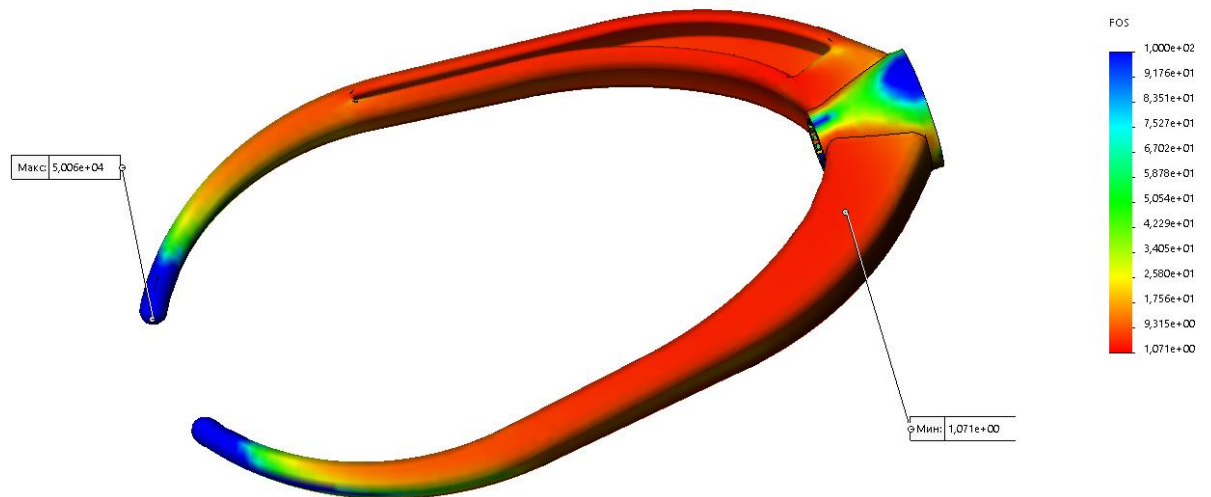


Рис. 4.19. Запас міцності (FOS) для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 25 мм.

Имя модели:Роборган30
Название исследования:Статический 1(По умолчанию-)
Тип элэоры: Статический узловое напряжение Напряжение1

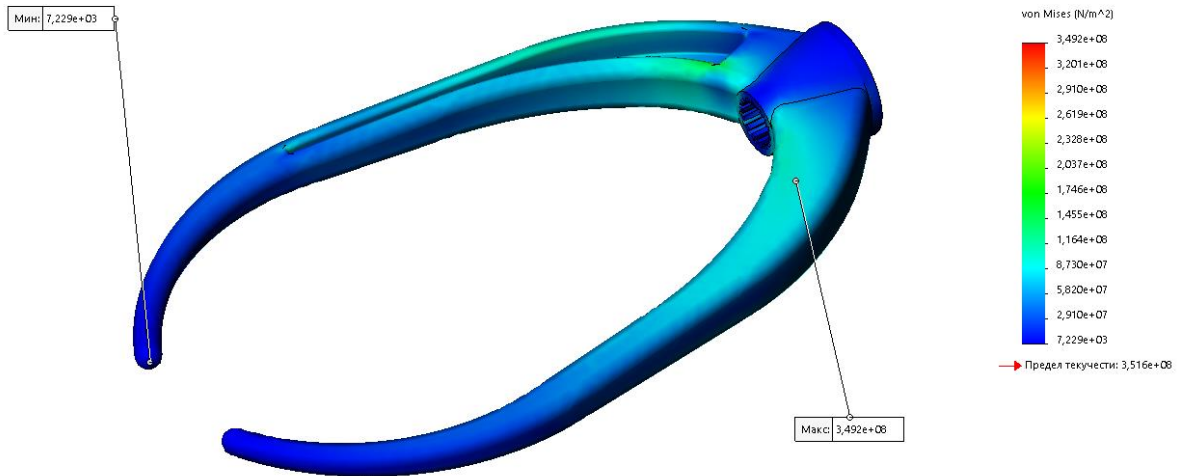


Рис. 4.20. Напряжения за фон Мизесом для мисильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 30 мм.

Имя модели:Роборган30
Название исследования:Статический 1(По умолчанию-)
Тип элэоры: Статическое перемещение Перемещение1

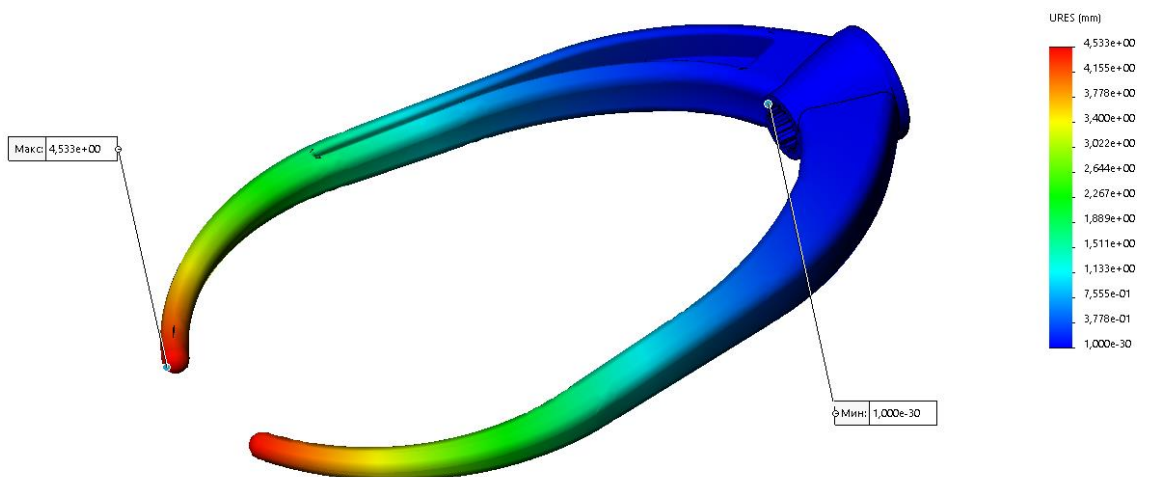


Рис 4.21. Статичне переміщення для мисильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 30 мм.

Имя модели:Роборган30
Название исследования:Статический 1-(По умолчанию)
Тип элэуры: Статическая деформация Деформация1

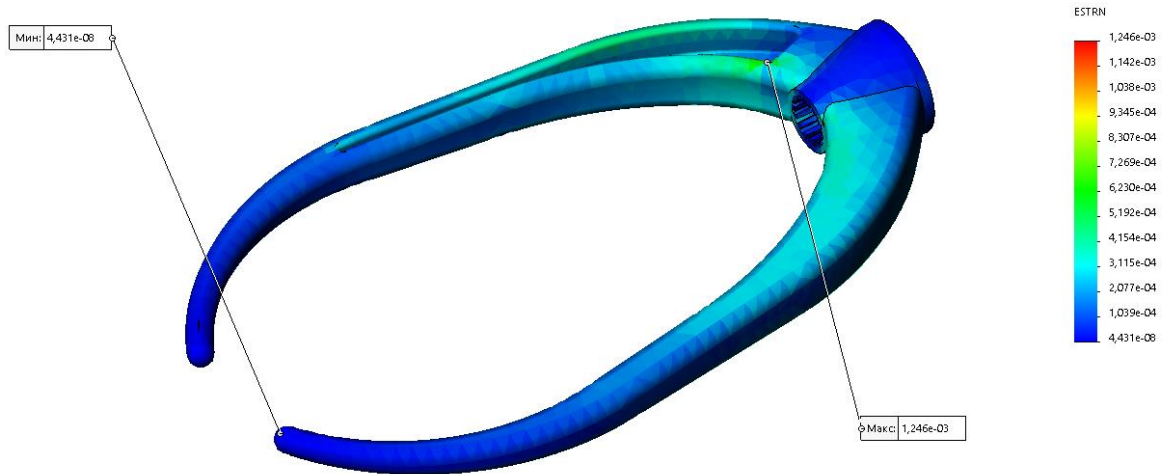


Рис 4. 22. Статична деформація для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 30 мм.

Имя модели:Роборган30
Название исследования:Статический 1-(По умолчанию)
Тип элэуры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1

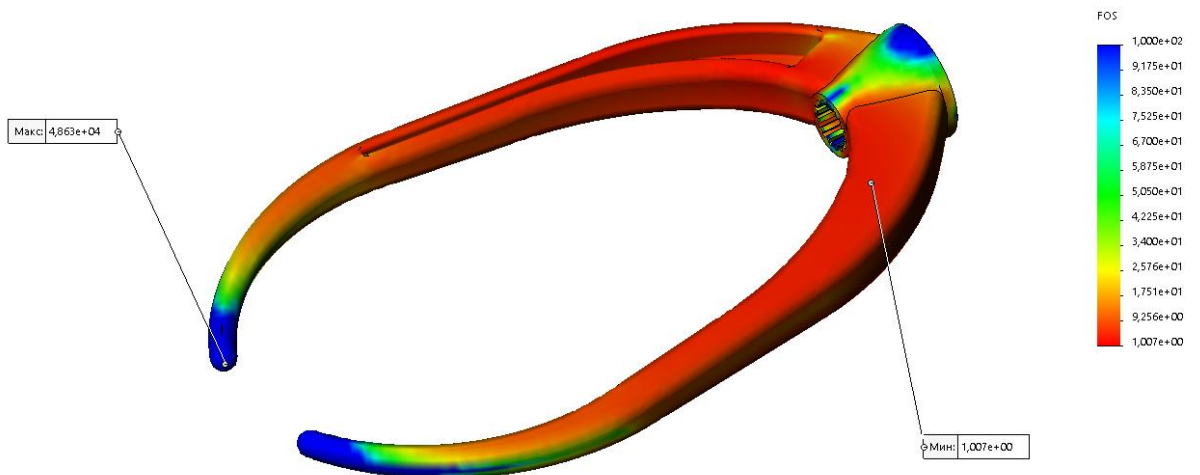


Рис. 4.23. Запас міцності (FOS) для місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при глибині пазу 30 мм.

4.3. Аналіз результатів

Представимо у таблиці 4.1 результати розрахунків маси місильного органу (кг), його об'єму (m^3), максимальних напружень за фон Мізесом

(Па), максимального переміщення (мм), деформацій і запасу міцності. Побудуємо по них графіки і проаналізуємо.

Таблиця 4.1.

Результати досліджень для місильного органу тістомісильної машини МТ-200

Глибина пазу, мм	Маса, кг	Об'єм, м ³	Напруження (макс, Па)	Переміщення (макс, мм)	Деформації (макс)	Запас міцності, мін
10	22,8577	0,002893	1,78E+08	3,31E+00	5,83E-04	1,98E+00
15	22,3382	0,002828	2,31E+08	3,57E+00	6,95E-04	1,52E+00
20	21,8187	0,002762	2,43E+08	3,85E+00	8,93E-04	1,45E+00
25	21,2991	0,002696	3,28E+08	4,16E+00	1,06E-03	1,07E+00
30	20,7796	0,00263	3,49E+08	4,53E+00	1,25E-03	1,01E+00

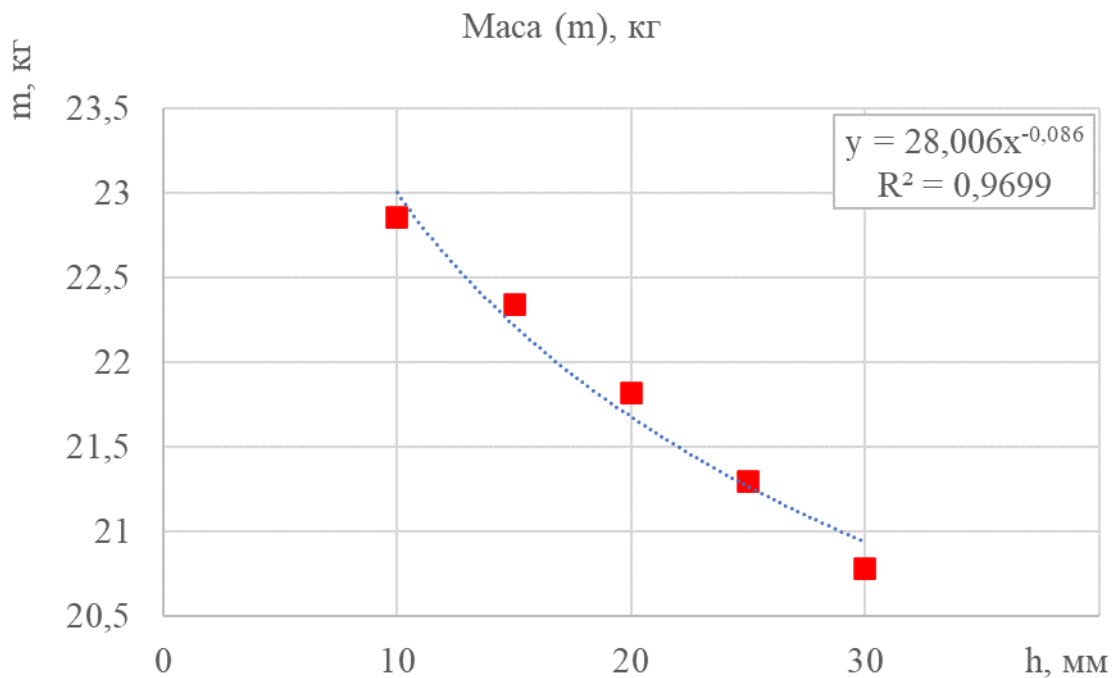


Рис. 4.24. Маса місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при різних глибинах пазу.

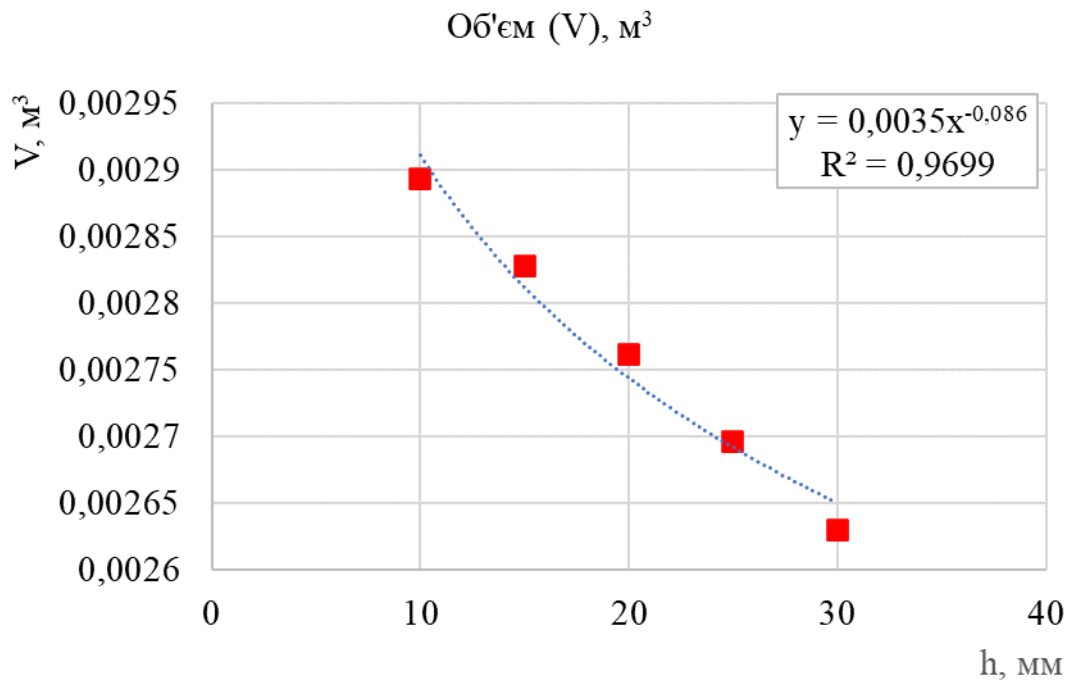


Рис. 4.25. Об'єм місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при різній глибині пазу.

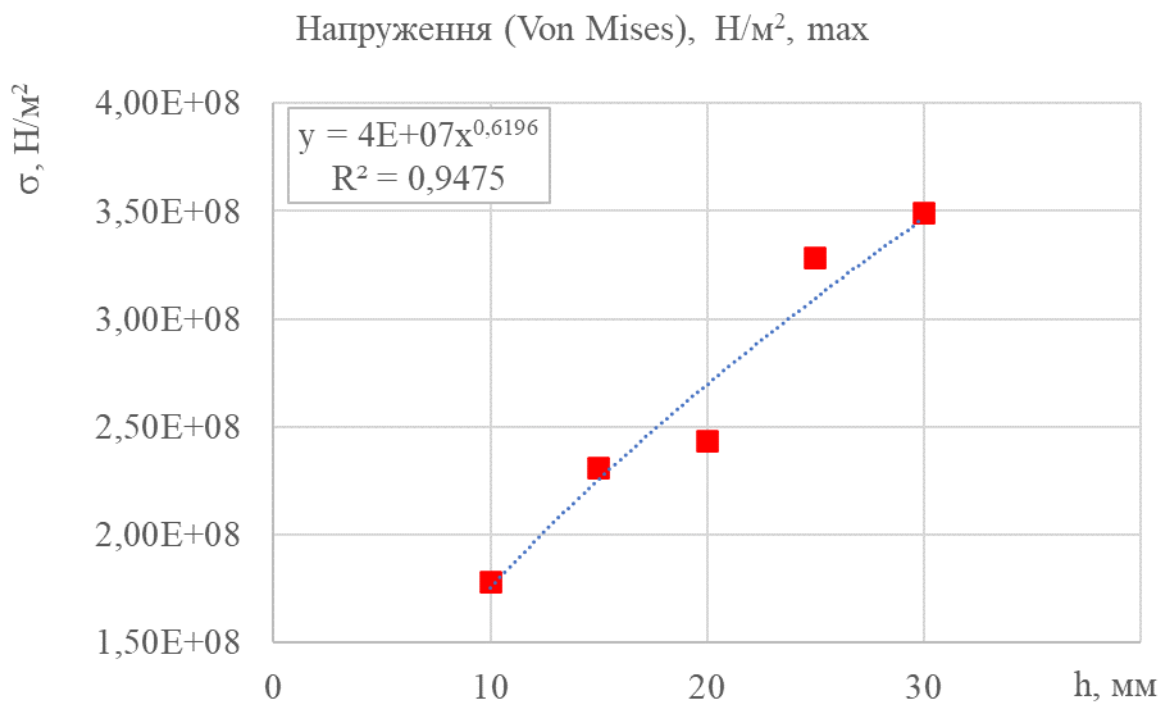


Рис. 4.31. Максимальні напруження місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при різній глибині пазу.

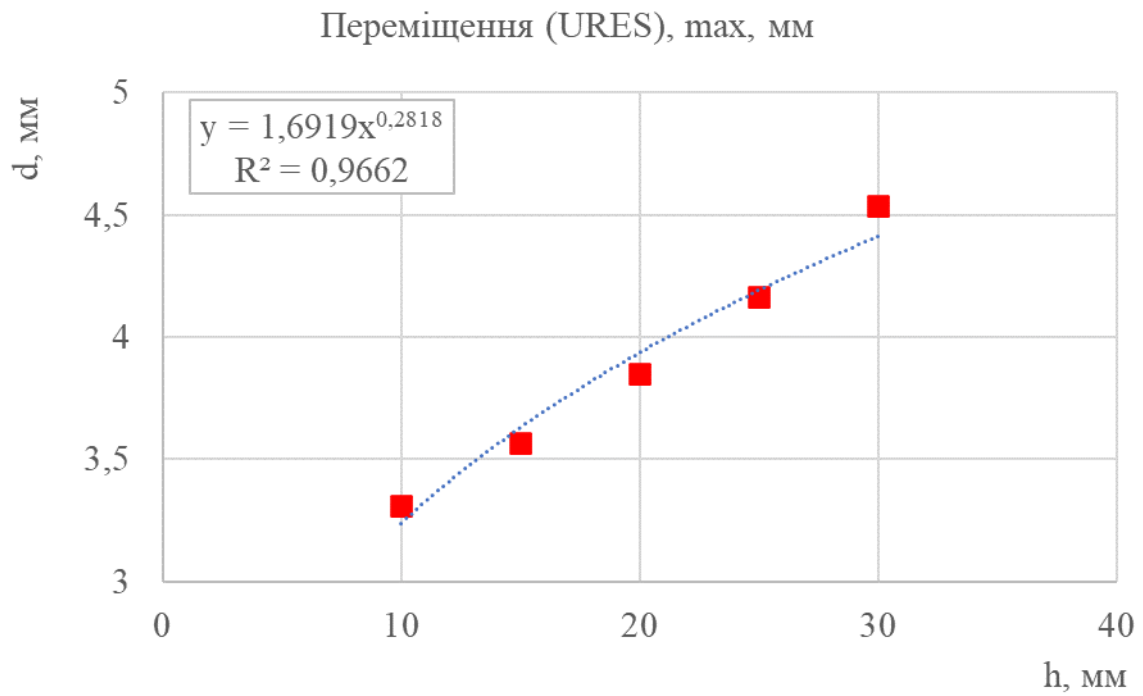


Рис. 4.32. Максимальні переміщення місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при різній глибині пазу.

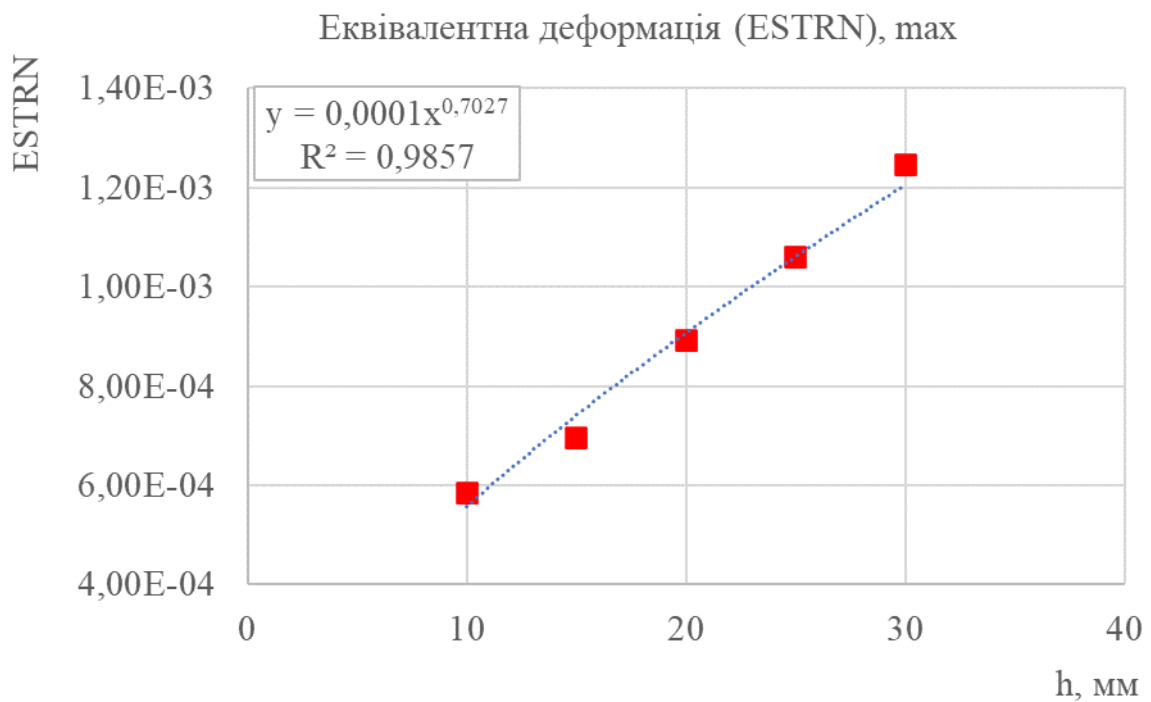


Рис. 4.33. Максимальні деформації місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при різній глибині пазу.

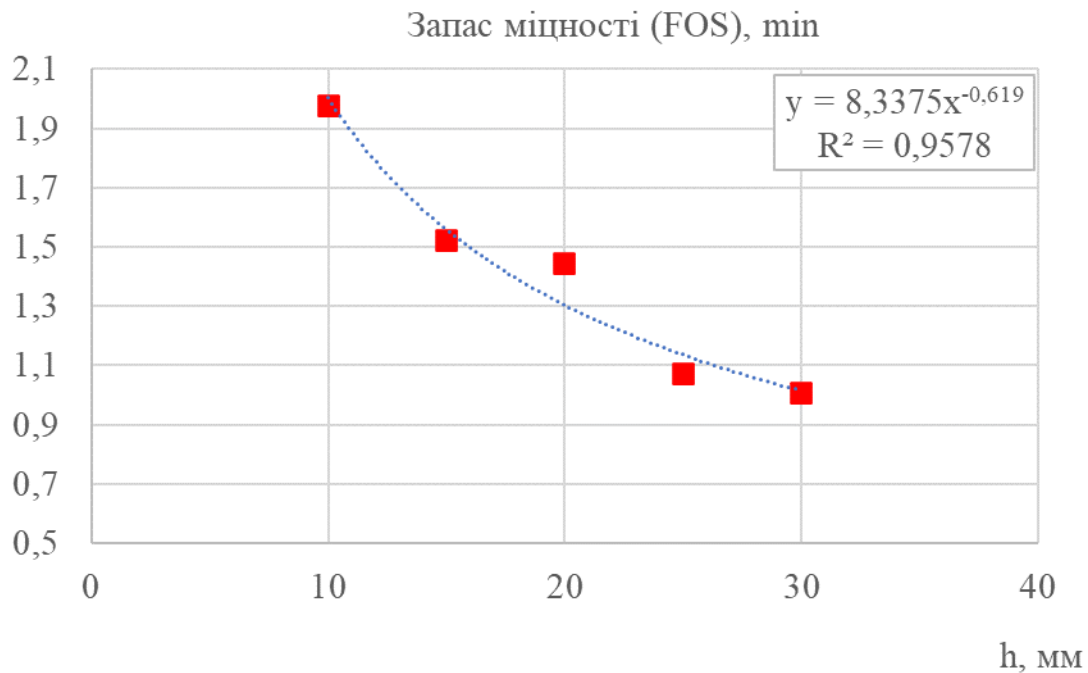


Рис. 4.34. Мінімальний запас міцності місильного органу тістомісильної машини МТ-200 при різній глибині пазу.

Після проведення оброблення результатів досліджень було отримано ряд математичних залежностей.

Залежність маси місильного органу тістомісильної машини МТ-200 m від глибини пазу на тільних площинах вил h .

$$m = 28,006 \cdot h^{-0,086}$$

$$R^2 = 0,9699$$

Залежність об'єму місильного органу тістомісильної машини МТ-200 V від глибини пазу на тільних площинах вил h :

$$V = 0,0035 \cdot h^{-0,08}$$

$$R^2 = 0,9699$$

Залежність максимальних напружень σ місильного органу тістомісильної машини МТ-200 від глибини пазу на тільних площинах вил h :

$$\sigma = 4E+07 \cdot h^{0,6196}$$

$$R^2 = 0,9475$$

Залежність максимального переміщення URES місильного органу тістомісильної машини MT-200 від глибини пазу на тильних площинах вил h :

$$URES = 1,6919 \cdot h^{0,2818}$$

$$R^2 = 0,9662$$

Залежність максимальних деформації місильного органу тістомісильної машини MT-200 ESTRN від глибини пазу на тильних площинах вил h :

$$ESTRN = 0,0001 \cdot h^{0,7027}$$

$$R^2 = 0,9857$$

Залежність мінімального запасу міцності FOS місильного органу тістомісильної машини MT-200 від глибини пазу на тильних площинах вил H :

$$FOS = 8,3375 \cdot h^{-0,619}$$

$$R^2 = 0,9578$$

У підсумку було встановлено, що найбільш доцільним з точки зору міцнісних параметрів буде варіант з мінімальною глибиною пазу (10 мм). Проте значення всіх параметрів міцності для варіанту місильного органу із глибиною пазу 30 мм з суттєвим запасом задовільняють умови міцності. Тому будемо пропонувати саме їх, оскільки при максимальній глибині пазу різниця у напруженнях і деформаціях вздовж місильного органу є меншою, тому є менший ризик втомних руйнівних процесів на межі його тоншої частини.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки

До основних видів технологічного обладнання потокової лінії виробництва черневих сортів хліба на хлібозаводі ТОВ «Агробізнес»: просіювач, насоси для води та інших харчових рідин, місильна машина, ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна, транспотери, піч для готових виробів.

Основним фактором небезпеки при використанні просіювачів є велика імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також загоряння і вибуху дрібного пилу борошна в повітрі. Тому просіювач слід в обов'язковому порядку заземлити і забезпечити достатню вентиляцію для відведення повітря і завислих частинок. Елементи приводу просіювача закрито кожухами.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

обслуговуючого персоналу. Наявність кількох рухомих елементів обумовлює виникнення вібрації, тому слід також передбачити впровадження віброізоляції.

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

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

При експлуатації печі суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію, яка б забезпечувала відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При роботі печі ФТЛ-2-66 необхідно виконати наступні правила по техніці безпеки:

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

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

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

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

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

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

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

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових

приміщеннях СК повинний бути не менше 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

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

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

При розміщені стрічкових, роликівих та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

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

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного

блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

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

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

Ванни, металевий посуд, спуски, лотки, жолоби і т.д. повинні мати гладкі, внутрішні поверхні, що очищаються легко, без щілин, зазорів, що виступають чи болтів заклепок, що утрудняють очищення. Варто уникати використання дерева й інших матеріалів, що погано миються і дезінфікуються.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Цивільний захист організується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози

виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки, вищезазвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;
- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;
- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦЗ та НС) (далі – штаб ЦЗ).

Штаб ЦЗ очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦЗ відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкту.

Начальник штабу ЦЗ несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;
- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а

на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;

- виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;

- організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;

- організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта *у режимі повсякденної діяльності*:

- знати вимоги законодавчих і нормативно-правових актів держави у сфері захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

- постійно удосконалювати особисту підготовку;

- спланувати і забезпечити здійснення відповідних заходів щодо захисту працівників усіх структурних підрозділів об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) і навколишнього природного середовища під час виникнення НС;

- організувати підготовку і навчання персоналу з питань ЦЗ, дій під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру;

- забезпечити готовність до використання за призначенням органів управління, сил і засобів цивільного захисту щодо попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

- організувати розробку і своєчасне коригування плану дій органів управління та сил цивільного захисту щодо попередження та ліквідації наслідків НС у мирний та воєнний час.

- керувати плануванням та здійсненням евакозаходів на випадок надзвичайних ситуацій як мирного, так і воєнного часу;

- забезпечити весь персонал об'єкта засобами індивідуального і колективного захисту, іншим майном цивільного захисту;
- впроваджувати нові методи прогнозування, оцінки обстановки, розрахунків сил і засобів, прийняття і реалізації рішення з використанням комп'ютерної техніки із сучасним програмним забезпеченням при моделюванні і виникненні надзвичайних ситуацій на об'єкті;
- організувати забезпечення структурних підрозділів об'єкта сучасними засобами оповіщення і зв'язку;
- створити і підтримувати в належному стані матеріальні і фінансові резерви для забезпечення діяльності органів управління і сил цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у режимі підвищеної готовності:

- здійснити прогнозування і моделювання обстановки, що склалася, при можливості – з використанням програмного забезпечення, відпрацювати пропозиції щодо нормалізації ситуації;
- перевірити стан системи оповіщення і збору керівного складу, органів управління цивільного захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);
- встановити постійний зв'язок і взаємне інформування про ситуацію, що склалася, з місце-вими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятуваль-ними служба-ми тощо;
- організувати спостереження і контроль за станом навколишнього середовища і прилеглої до об'єкта території;
- при виникненні НС, що загрожує життю і здоров'ю персоналу і підопічних об'єкта, здійс-нити їх екстренну евакуацію в безпечний район;
- вжити заходів щодо захисту навколишнього середовища і підвищення сталості функціону-вання об'єкта;
- привести органи управління і невоєнізовані формування цивільного захисту (НФЦЗ) у стан готовності до використання за призначенням;

– організувати перевірку служб життєзабезпечення об'єкта, їх готовності до дій відповідно до обстановки, що прогнозується;

– доповісти про обстановку і проведені заходи вищестоящому керівництву.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у *режимі надзвичайної ситуації*.

1. Усвідомити й оцінити обстановку, прийняти відповідні оперативні рішення, поставити завдання голові комісії з питань ТЕБ та НС, керівникам інших органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту:

– на забезпечення своєчасного оповіщення персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– на організацію дій НФЦЗ об'єкта щодо локалізації і ліквідації НС;

– на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;

– на організацію меддопомоги постраждалим і евакуацію їх у лікувальні заклади;

– на забезпечення контролю за заходами безпеки при веденні рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт;

– на забезпечення безперервного керування заходами щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;

– на організацію своєчасного коригування планів дій щодо ліквідації наслідків НС;

– на організацію спостереження за станом навколишнього середовища і джерелом небезпеки;

– на евакуацію персоналу у безпечні райони.

2. Доповісти вищестоящому керівництву про місце, час, причину, вид НС, завдані збитки, наслідки, вжиті заходи.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у *режимі повсякденної діяльності*:

– забезпечити готовність систем зв'язку та оповіщення;

– забезпечити підготовку органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту (НФЦЗ) до дій за призначенням;

– керувати розробкою плану цивільного захисту від надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;

– спланувати та організувати здійснення підготовки та підвищення кваліфікації персоналу об'єкта з питань цивільного захисту від НС мирного та воєнного часу;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта;

– забезпечити розробку і виконання органі-заційних, фінансових, інженерно-технічних заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта за умовами надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;

– своєчасно подавати перед-бачені звіти, донесення та інші документи;

– удосконалювати навчально-матеріальну базу з питань цивільного захисту.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у режимі підвищеної готовності:

– забезпечити дублювання одержаного сигналу оповіщення або інформації про загрозу чи виникнення НС і доведення їх до керівництва, невоєнізованих формувань ци-ві-льного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і насе-ле-ння, що проживає в зоні можливого ура-ження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– організувати збір і аналіз інформації про ситуацію, що склалася та підготувати проект відповідного рішення начальника цивіль-ного захисту;

– забезпечити збір і початок роботи комісії з питань ТЕБ та НС, інших створених органів упоравління цивільного захисту;

– запровадити на об'єкті цілодобове оперативне чергування;

– започаткувати виконання розділу плану, що стосується дій при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного або воєнного характеру;

– здійснити підготовчі заходи щодо захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– забезпечити доведення розпоряджень начальника цивільного захисту, органів упра-в-ління ци-вільного захисту до виконавців;

– проконтролювати виконання заходів, передбачених календарним планом дій при виникненні надзвичайних ситуацій техно-генного, природного та воєнного характеру;

– забезпечити своєчасне подання відповідних звітів і донесень до вищестоящего керівництва.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у *режимі надзвичайної ситуації*.

– забезпечити негайне доведення одержаного сигналу оповіщення чи інформації про виникнення надзвичайної ситуації до керівництва, невоєнізованих формувань цивільного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– прийняти негайні заходи щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) об'єкта;

– організувати здійснення рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт;

– забезпечити функціонування за призначенням органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту;

– організувати практичне виконання плану ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру та їх наслідків;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта;

– забезпечити розробку наказів, розпоряджень і вказівок начальника цивільного захисту та органів управління цивільного захисту;

– забезпечити своєчасне подання відповідних звітів і донесень до вищестоящего керівництва.

На ПП „Віфіль” для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо) об'єкта, в залежності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

- оповіщення і зв'язку;
- протипожежна;
- аварійно-технічна;
- сховищ і укриттів;
- медична;
- охорони громадського порядку;
- протирадіаційного та протихімічного захисту;
- харчування та торгівлі;
- автотранспортна;
- матеріально-технічного постачання та інші.

Вказані в розділі способи і засоби захисту повинні впроваджуватись у всі види переробних підприємств з урахуванням характеру небезпечностей для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах надзвичайних ситуацій.

Висновки

У кваліфікаційній роботі магістра вирішується задача вдосконалення конструкції місильного органу тістомісильної машини марки МТ-200, що дозволить підвищити ефективність роботи машини.

Місильний робочий орган машини МТ-200 при замісі здійснює перемішування за складною траєкторією. Для даної траєкторії характерним є більш сильно виражене перемішування у вертикальному напрямку. Інтенсифікувати процес замішування можна за рахунок підсилення радіальної складової переміщення тіста при здійсненні перемішування. Для цього встановимо нову конструкцію місильного робочого органу, у виді двозубих вил із зігнутими всередину кінцями. Дані зміни забезпечують збільшення активної площі місильного органу в зоні замісу. Для кращої роботи місильного органу пропонується зробити з тильного боку обидвох зубів пали (вибірки), які повторюють контур зуба. Це дозволить зменшити різницю в міцності по довжині зуба і зменшить концентрацію напруження в його кінцевій частині. В роботі виконано серію моделюючих розрахунків для глибини пазу 10 мм, 15 мм, 20 мм, 25 мм та 30 мм. За результатами моделювання було встановлено, що найбільш доцільним з точки зору міцнісних параметрів буде варіант з мінімальною глибиною пазу (10 мм). Проте значення всіх параметрів міцності для варіанту місильного органу із глибиною пазу 30 мм з суттєвим запасом задовільняють умови міцності. Тому будемо пропонувати саме їх, оскільки при максимальній глибині пазу різниця у напруженнях і деформаціях вздовж місильного органу є меншою, тому є менший ризик втомних руйнівних процесів на межі його тоншої частини.

Запропоновані у даній роботі науково-технічні рішення є актуальними та доцільними. Отримані дані з комп'ютерних досліджень можуть бути корисними як для поліпшення існуючих моделей, так і для розробки нових конструкцій технологічного обладнання.

Перелік посилань

1. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв/ О.Т. Лисовенко, О.А. Руденко – Грицюк, І.М. Литовченко та ін.. К.: Наукова думка. 2000. – 283 с.
2. Гвоздєв О.В. Машини та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – К.: Вища освіта, 2010. – 307 с
3. Полтарак М.И. и др. Технологическое оборудование предприятий хлебопекарной промышленности. Справочник. – К.: Урожай, 1989.– 200с.
4. Петько В.Ф., Гапонюк О.І, Петько Є.В., Ульяницький А.В. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв . підручник./За редакцією доктора технічних наук, професора О.І. Гапонюка — К.: Центр учбової літератури, 2007.— 432 с.
5. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв / Поперечний А.М., Черевко О.І., Гаркуша В.Б.,Кирпиченко Н.В.-К.:ЦУЛ,2007.-304с.
6. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. «Інжинирінг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks». Навчальний посібник. 2023. – 164 с.
7. Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
8. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
9. Тримбашевський М. А. Аналіз конструктивних рішень для замішування тіста / М. А.Тримбашевський, Т. П. Друк // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ТНТУ, 2023. — С.281.
- 10.Ростислав Баран, Віктор Ворошук. Системи 3D моделювання при вирішенні завдань конструювання та інжинірингу обладнання // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів

"Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 3-7 квітня 2023 р. К., НУХТ, 2023. Ч.2. С.20.

11. Вітенько Т.М., Ворощук В.Я. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. : [тези доп.] / під заг. ред. . Г. В. Дейниченко. – Харків : ХДУХТ, 2019. – 272 с. С.108-109.
12. Оптимізація машин і конструкцій за показниками надійності і довговічності / І. Прунько, М. Тримбашевський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної студентської науково - технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 27-28 квітня 2023 року. — Т. : ТНТУ, 2023. — С.335.
13. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.
14. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О. В. Пожарова. - Одеса, 2022. - 86 с.
15. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.
16. Русаловський А.В., Вендичанський В.Н. Цивільний захист: Навч. Посібн./За наук. ред. Запорожця О.І., – К.: АМУ, 2008. – 250 с.

Дотаток А

Міністерство освіти і науки України,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет в Кошице (Словаччина)
Каунаський технологічний університет (Литва)
Львівський національний університет
імені Івана Франка,
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця (Польща)
Луцький національний технічний університет,
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича,
Вроцлавський економічний університет (Польща)
Університет технологій та економіки
імені Хелени Ходковської (Польща)
Донбаська державна машинобудівна академія



*Студентське наукове
товариство*



VI МІЖНАРОДНА

студентська науково - технічна конференція

"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

27-28 квітня 2023 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2023

УДК 621.8

Прунько І. – ст. гр. МОМ-51, Тримбашевський М. – ст. гр. МОМ-51
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОПТИМІЗАЦІЯ МАШИН І КОНСТРУКЦІЙ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ

Науковий керівник: к.т.н. Ворошчук В.Я.

Prunko I., Trymbashevskiy M.
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

RELIABILITY AND DURABILITY INDICATORS IN THE MACHINES AND STRUCTURES OPTIMIZATION

Supervisor: Voroshchuk V.

Ключові слова: надійність, довговічність, машина, оптимізація
Keywords: reliability, durability, machine, optimization

При виборі конструктивних рішень для елементів машин, особливу увагу звертають на характеристики напружено-деформованих станів міцності. Для цього використовуються різні методи та технології, зокрема теоретичні розрахунки, стендові випробування різних варіантів конструктивних рішень, а також вивчення досвіду експлуатації. Методологія оптимального конструювання включає оптимізацію вихідних даних, фізичних процесів та робочих навантажень, машинне конструювання, порівняльний аналіз показників якості та сертифікаційні та діагностичні випробування.

Оптимізація вихідних даних включає встановлення граничних умов та параметрів середовища, в яких має експлуатуватися машина. Оптимізація фізичних процесів та робочих навантажень полягає у визначенні оптимальних режимів роботи машини та розробці відповідної конструкції. Машинне конструювання включає в себе обробку форм та розмірів конструкції, міцності, вимог до матеріалів, технології виготовлення та інші важливі параметри. Порівняльний аналіз всіх видів показників якості проектованої машини та показників найбільш досконалих машин конкуруючих фірм допомагає визначити оптимальне рішення. Важливу роль при цьому відіграють сертифікаційні та діагностичні випробування.

Найбільша складність на етапі проектування машино-конструкцій полягає в оптимізації фізичних процесів, особливо при створенні нових моделей. Недостатня кількість вихідних даних і обмежений ресурс часу ускладнюють процес проектування. Щоб знайти найоптимальніший варіант конструкції, застосовують методи математичного моделювання, які дозволяють прорахувати вартість виготовлення для кожного варіанту. Оптимальна конструкція повинна ефективно виконувати задані функції, мати мінімальну собівартість виготовлення при даному обсязі виробництва та забезпечувати при високій надійності протягом встановленого ресурсу максимальну економічну ефективність використання.

Оптимальність конструкції можна визначити лише при системному підході до оцінки надійності та ефективності проектованої машини та при забезпеченні високого рівня її експлуатації. Реалізація комплексного підходу до надійності і довговічності машин і конструкцій дозволяє суттєво покращити і здешевити експлуатацію готових технічних рішень.

ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ	
Бачуріна А., Мартинчук М СУЧАСНІ ТРЕНДИ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	321
Костецький В. АНАЛІЗ ЗРЛ НАПРЯМКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ В ЛОГІСТИЧНОМУ БІЗНЕСІ	322
Мазуркевич В. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ РАДОМИШЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	325
Поливода А. СТИЛІ МЕРЕЖЕВОГО СПІЛКУВАННЯ	327
Шведа Т. СУТНІСТЬ ОПЕРАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА	329
Береговий Р. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА	331
Лаврентій О. ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ КООРДИНАЦІЙНИХ ЦІАНІДІВ ВОЛЬФРАМУ (IV) ЗАГАЛЬНОГО СКЛАДУ $Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O] \cdot 3H_2O$ (Kat=Li⁺, Na⁺, K⁺, Cs⁺)	332
Лучанко Р. НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РЕЛАКСАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ	333
Вільський М., Корнійчук А. УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ВИРОБУ	334
Прунько І., Тримбашевський М. ОПТИМІЗАЦІЯ МАШИН І КОНСТРУКЦІЙ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ	335
Мацєга Р., Шпікула М. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ХАРЧОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	336
Сукач А., Кобельник Р. ВПЛИВ МІЦНОСТІ СВЕРДЛА НА ПОЗДОВЖНІЙ ЗГИН ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДАЧІ ПРИ СВЕРДЛІННІ	337
Сафонов Д. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ТА МЕХАНІЗМОМ РУЙНУВАННЯ КЕРМЕТІВ НА ОСНОВІ TiC-Ni-Cr	339
Солярчик М., Кузьмук В. РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ В ПРОЦЕСІ СВЕРДЛІННЯ НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ	340

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**ХІІ Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
6-7 грудня 2023 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023

УДК 664.7

М. А. Тримбашевський; Т. П. Друк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА

М. А. Trymbashevskiy; T. P. Druk

ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS FOR DOUGH MIXING

Розвиток хлібопекарської промисловості у світі свідчить, що сьогодні пріоритет мають технології, що забезпечують максимальне збереження у готовому продукті смакових і харчових властивостей первинної сировини. Особливо це стосується хлібобулочних виробів, термічна обробка яких призводить до значних втрат смакових, харчових властивостей. Тому сучасні тенденції тістоприготування повинні базуватися на оптимізації наукових досліджень з подальшим оперативним впровадженням їх результатів у промисловості. Ефективну роль у виконанні цих досліджень все більше відіграють багатофункціональні можливості машин, що відбуваються в різних зонах робочих камер (змішування, гомогенізація, диспергування, багатократність течії та ін.).

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

На сучасному етапі розвитку хлібопекарської промисловості для виробництва хлібобулочних виробів використовуються тістомісильні машини різних конструкцій. Найбільш поширеними є машини циклічної та безперервної дії. Причому, частіш за все зустрічаються періодичні (циклічні) тістомісильні машини з горизонтальним та вертикальним привідним валом. Вони характеризуються гнучкістю при роботі із компонентами різного складу, а циклічність процесу замішування дозволяє готувати їх в об'ємі, що дорівнює одному замісу. Для вивчення та удосконалення різного класу тістомісильних машин необхідно знати їх структуру та функціональне призначення окремих конструктивних елементів. При сучасній різноманітності тістомісильних машин, що використовується в хлібопекарській промисловості, їх можна класифікувати за загальними ознаками:

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

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

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

Відомі також тістомісильні машини безперервної і періодичної роботи, робочі органи яких знаходяться в контакті з компонентами, що замішуються, лише на протязі частини циклу руху (робоче переміщення). Інший час робочі органи знаходяться в неробочому положенні (холосте переміщення). До такого класу машин мажна віднести ТММ-1М, Т1-ХТ2А, фірми «Луїзель» (Франція), «Діосна» (Німеччина). Тістомісильні машини приводять в рух робочі органи, головним чином, індивідуальними електродвигунами.

Необхідність зменшувати витрати енергії на заміс обумовлює відмову деяких виробників тістомісильного обладнання від обертання діжі. Щоб забезпечити при цьому якісний заміс, необхідно за допомогою робочого органу забезпечити достатню циркуляцію тіста.

Проблема узгодження робочих режимів обладнання для замішування з параметрами сировини та іншими складовими рецептури, вирішується різними винахідниками по-різному.

Необхідно передбачити, щоб робочі органи машини виконували таку механічну дію на компоненти, яка буде спрямована на створення умов для різних процесів та операцій, зв'язаних певною послідовністю. Така машина забезпечить прискорення процесів, економію праці та виробничих площ, зменшення втрат, зниження використання енергії та зменшення експлуатаційних витрат.

Аналіз існуючого обладнання та технологій показує, що в провідних фірмах-виробниках тістомісильної техніки для хлібопекарської галузі в даний час існує стійка тенденція до створення комп'ютерно-керованих технологічних машин та інтегральних технологій. Однак слід підкреслити, що робочі органи існуючих машин мають постійну і незмінну геометричну форму. Регулюється в таких машинах лише число обертів привідного валу. Цілком очевидно, що такі технічні рішення нічого принципово нового не дають, але серйозно ускладнюють кінематику машини, її обслуговування та управління.

Проте природні обмеження, що пов'язані з швидкостями протікання в тісті фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів – є серйозною перешкодою для подальшого розвитку цього напрямку.

Аналіз якості хлібобулочних виробів підтверджує, що багато технологічних процесів замішування вже досягли або наблизилися до своїх граничних параметрів. Спроба подальшого їх прискорення за рахунок інтенсифікації роботи машин шляхом підвищення робочих параметрів може привести до суттєвого погіршення якості готових виробів.

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

Література

1. Кравченко Р. Оцінка надійності обладнання харчової промисловості / Кравченко Р., Фік М., Ворошук В. Я. // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 28-29 квітня 2022 р. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 94. — (Механічна інженерія).

12.	М. А. Тримбашевський, Т. П. Друк АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА	281
13.	М. С. Маракін, Д. Р. Гавліч ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БОРОШНА В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА	283
14.	М. І. Шпікула ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ МОРОЗИВА	284
15.	Р. В. Береговий, Н. М. Кость, М. М. Череватий, О. І. Бакалець МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКІВ МОЛОКА	285
16.	М. А. Стадницький, В. І. Кравець ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГОМОГЕНІЗАТОРА КЛАПАННОГО ТИПУ	286
17.	Р. Г. Погайдак; В. І. Кравець; О. І. Кравець ЗМІНА РОЗМІРІВ ЧАСТОК КАЗЕЇНУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО СУШННЯ В УСТАНОВЦІ ІЗ ПСЕВДО ЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ	287
18.	С. І. Саварин, В. І. Саварин, Р. М. Варениця ПІДХОДИ ДО КОНСТРУЮВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МАШИН	288
19.	А. В. Деркач ВИКОРИСТАННЯ НАДЛИШКОВОГО ТЕПЛА В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ	289
20.	В. О. Пасгушенчин, Л. А. Сторож ВИКОРИСТАННЯ ТОПІНАМБУРА В ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ВИРОБІВ	290
21.	М. Д. Кухтин, М. В. Кухтин МОНІТОРИНГ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ЗАМОРОЖЕНІЙ РИБІ ІМПОРТОВАНОЇ В УКРАЇНУ	291
22.	Р. І. Журбик, К. Є. Дацишин РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТОНІЗУЮЧОГО МОЛОКОВІСНОГО ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ	292
23.	А. І. Журбик, К. Є. Дацишин ВПЛИВ РІЗНИХ РЕАГЕНТІВ НА ВИХІД МОЛОЧНО-РОСЛИННОГО СИРУ ПРИ ТЕРМОКИСЛОТНОМУ СПОСОБІ ЙОГО ОТРИМАННЯ	293
24.	О. А. Цибіна, Л. А. Сторож ПАЖИТНИК ЯК СМАКО-АРОМАТИЧНА ДОБАВКА ДЛЯ РОЗСІЛЬНИХ СИРІВ	294
25.	Є. І. Кучерявий, А-І. М Голояд ІТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОНОСІЯ В ПІДГРІВАЧІ СОЛОДУ	295
26.	В. В. Корницький ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ	297
27.	Р. І. Мацєга, С. С. Наконечний, Н. М. Зварич СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ	299
28.	П. М. Чорний, Я. В. Фриз, Н. М. Зварич ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОСФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	300
29.	А. Т. Лялик, Л. І. Божик ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	301
30.	О. С. Покотило, Д. Я. Далєвська, В. М. Далєвський ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЯЖАНКИ В ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАЦІЇ	302