

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини марки МТ-200.**

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МОЗ-41
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Макаренков М.С. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Кравець О.І. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Кравець О.І. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Пилипець О.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

3.1 графічне представлення технологічного процесу механічної обробки вала передаточного механізму тістемісильної машини марки МТ 300 (1 д. ф. А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Окіпний І.Б.		
Нормоконтроль	доц. Кравець О.І.		

7. Дата видачі завдання 05.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	05.05. 2026-20.05.2026	
2	2. Конструкторська частина	01.05.2026-01.06.2026	
3	3. Технологічна частина	10.05.2026-10.06.2026	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2026-10.06.2026	
5	Висновки.	10.06.2026-12.06.2026	
6	Графічна частина		
7	Тістомісильна машина МТ-200 Монтажне креслення (2л.ф.А1).	05.05. 2026-20.05.2026	
8	Тістомісильна машина МТ-200 Кінематична схема (1л.ф.А1).	10.05.2026-20.06.2026	
9	Передаточний механізм тістомісильної машини марки МТ-200. Складальне креслення (1л.ф.А1).	10.05.2026-20.05.2026	
10	Технологічна схема розбирання-складання передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200 (1л.ф.А1).	20.05.2026-25.05.2026	
11	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200 (1л.ф.А1).	01.06. 2026-10.06.2026	
12			
13			
14			
15			
16			

Студент

(підпис)

Макаренков М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Макаренков Микола Сергійович – Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини марки МТ-200.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз умов роботи, технічних характеристик та конструктивних особливостей тістомісильної машини марки МТ-200, призначеної для замішування пшеничного, житнього та житньо-пшеничного тіста на підприємствах хлібопекарської промисловості. Проведено огляд та порівняльний аналіз сучасних аналогів тістомісильного обладнання — спіральних, вилкових та важільних машин різних виробників і типорозмірів.

Виконано структурний і кінематичний аналіз машини МТ-200, обґрунтовано вибір конструкційних матеріалів для її основних деталей і вузлів, проведено технологічний розрахунок. Розроблено комплекс заходів з монтажу тістомісильної машини, включаючи вибір і обґрунтування такелажних пристосувань, вивірку та центрування на фундаменті. Розроблено технологію ремонту з визначенням основних технічних умов, системи та графіка планово-попереджувального ремонту (ППР), а також технологічний процес виготовлення вала передаточного механізму з розрахунком припусків, режимів різання та норм часу. Виконано розрахунок економічних показників. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях відповідно до чинного законодавства України.

Ключові слова: тістомісильна машина, МТ-200, монтаж, технічне обслуговування, планово-попереджувальний ремонт, вал передаточного механізму.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація		
Розроб.		Макаренков М.С.					
Перевір.		Кравець О.І.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						3	
					МОЗ-41		

Abstract

Makarenkov Mykola Serhiyovych — Development of measures for installation, operation, and maintenance of an MT-200 dough mixer. Bachelor's qualification thesis. Ternopil Ivan Puluj National Technical University.

The qualification thesis presents the analysis of operating conditions, technical characteristics and design features of the MT-200 dough mixing machine. A review of modern analogues is carried out. Structural and kinematic analysis, material selection, technological calculations, installation measures, repair technology and a manufacturing process for the transmission shaft are developed. Occupational safety and emergency measures are elaborated in accordance with current Ukrainian legislation.

Keywords: dough mixing machine, MT-200, installation, maintenance, preventive maintenance schedule, transmission shaft, occupational safety.

.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Макаренков М.С.			Abstract			Лім.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Кравець О.І.								3	
Реценз.								МОЗ-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналітична частина.	8
1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик.....	8
1.2. Опис будови і принципу роботи.....	9
1.3. Сучасне обладнання для замішування тіста	12
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи	27
2. Конструкторська частина.....	29
2.1. Вибір конструкції місильного робочого органу	29
2.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для тістомісильної машини МТ-200.....	30
2.3 Структурний аналіз тістомісильної машини.....	31
2.4 Кінематичний аналіз тістомісильної машини.....	32
2.5 Технологічний розрахунок тістомісильної машини МТ-200	34
2.6 Розрахунок приводу діжі.....	35
3. Технологічна частина	43
3.1. Розробка заходів з монтажу тістомісильної машини марки МТ-200	43
3.1.1 Основні монтажні роботи. Вибір основних такелажних пристосувань	43
3.1.2. Вивірка і центрування тістомісильної машини МТ-200.....	45

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Макаренков М.С.			Зміст			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Кравець О.І.								4	
Реценз.								МОЗ-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

3.2 Розробка технології ремонту і випробування заданої тістомісильної машини МТ-200.....	48
3.2.1 Основні технічні умови на ремонт тістомісильної машини МТ-200	48
3.2.2. Організація ремонту тістомісильної машини. система і графік планово-попереджувального ремонту	51
3.2.3. Технологія розбирання та складання вузла передаточного механізму машини МТ-200	56
3.3. Розробка технологічного процесу виготовлення вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200	62
3.3.1. Аналіз технічних умов вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200	62
3.3.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки	65
3.3.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів	66
3.3.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200	69
3.3.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.....	71
3.3.6. Розрахунок режимів різання по операціях.....	73
3.3.8. Технічне нормування технологічного процесу.	75
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	79
4.1. Заходи з основи охорони праці.....	79
4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях	83
Висновки	88
Перелік посилань	89

Вступ

Харчова промисловість традиційно посідає одне з ключових місць у структурі народного господарства України, оскільки саме вона забезпечує населення продуктами першої необхідності та значною мірою визначає рівень продовольчої безпеки держави. Стабільний розвиток цієї галузі є важливою передумовою як для задоволення повсякденних потреб споживачів, так і для зміцнення економічного потенціалу країни в цілому.

Особливе місце в раціоні харчування людини займають хлібобулочні та кондитерські вироби, які споживаються щоденно та становлять основу багатьох страв. Попит на таку продукцію залишається стабільно високим незалежно від економічної ситуації, що зумовлює постійну потребу в розширенні та вдосконаленні відповідних виробництв.

При цьому якість, смакові властивості та зовнішній вигляд готових хлібобулочних і кондитерських виробів значною мірою залежать від рівня технологічного оснащення підприємств — надійності, продуктивності та ефективності обладнання, що застосовується на всіх етапах виробничого процесу, починаючи від підготовки сировини та замішування тіста і закінчуючи випіканням готової продукції. Саме тому впровадження сучасного, технологічно вдосконаленого обладнання є одним із пріоритетних напрямків розвитку підприємств харчової галузі. Тістомісильні машини є ключовим елементом у технологічному ланцюзі виробництва хліба, булочних виробів та іншої продукції з тіста. Від правильності їх монтажу, дотримання правил експлуатації та своєчасного технічного обслуговування залежить не лише продуктивність виробництва, але й якість готової продукції, безпека праці обслуговуючого персоналу та економічна ефективність підприємства в цілому.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Макаренков М.С.			Вступ	Літ.	Арк.
Перевір.		Кравець О.І.					6
Реценз.						МОЗ-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

Тістомісильна машина марки МТ-200 широко застосовується на підприємствах хлібопекарської галузі, малих пекарнях та кондитерських цехах завдяки своїй універсальності, надійності та відносно простій конструкції. Водночас, порушення технічних вимог при монтажі, недотримання регламентів обслуговування або неправильна експлуатація цього обладнання можуть призвести до передчасного зносу вузлів і деталей, аварійних зупинок виробництва та матеріальних збитків.

Актуальність теми [1] зумовлена необхідністю систематизації та вдосконалення підходів до організації монтажу, технічної експлуатації та обслуговування тістомісильних машин в умовах сучасних харчових підприємств, що дозволить продовжити ресурс обладнання, знизити витрати на ремонт і підвищити ефективність виробничих процесів.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик

Тістомісильна машина марки «МТ-200» [2-7] спеціалізована для виконання технологічних операцій із замішування напівфабрикатів (опари), а також пшеничного, житнього та житньо-пшеничного тіста безпосередньо в підкатних змінних діжах «МТ-200», корисна місткість яких становить 330 літрів. Дане обладнання раціонально використовувати в лініях приготування тіста на підприємствах хлібопекарської промисловості малої та середньої потужності, а також у цехах мініпекарень.

За своїми конструктивними та експлуатаційними ознаками машина типу «МТ-200» належить до класу технологічного обладнання періодичної дії, робочий процес у якому здійснюється із застосуванням механізму примусового обертання підкатоної діжі навколо своєї осі.

Технічна характеристика:

Місткість по тісту, кг	220
Частота коливань місильного важеля 1/хв	43, 65
Частота обертів діжі 1/хв	5,75
Тривалість замішування тіста, хв	8-10
Електродвигун:	
виконання	A04-41-4
встановлена потужність, кВт	4,7
кількість обертів за хвилину	1440
Габарити, мм:	
Довжина	1660
Ширина	1345
Висота	1565
Маса машини (без діжі), кг	755

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1. Аналітична частина.		
Розроб.		Макаренков М.С.					
Перевір.		Кравець О.І.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						8	
					МОЗ-41		

1.2. Опис будови і принципу роботи

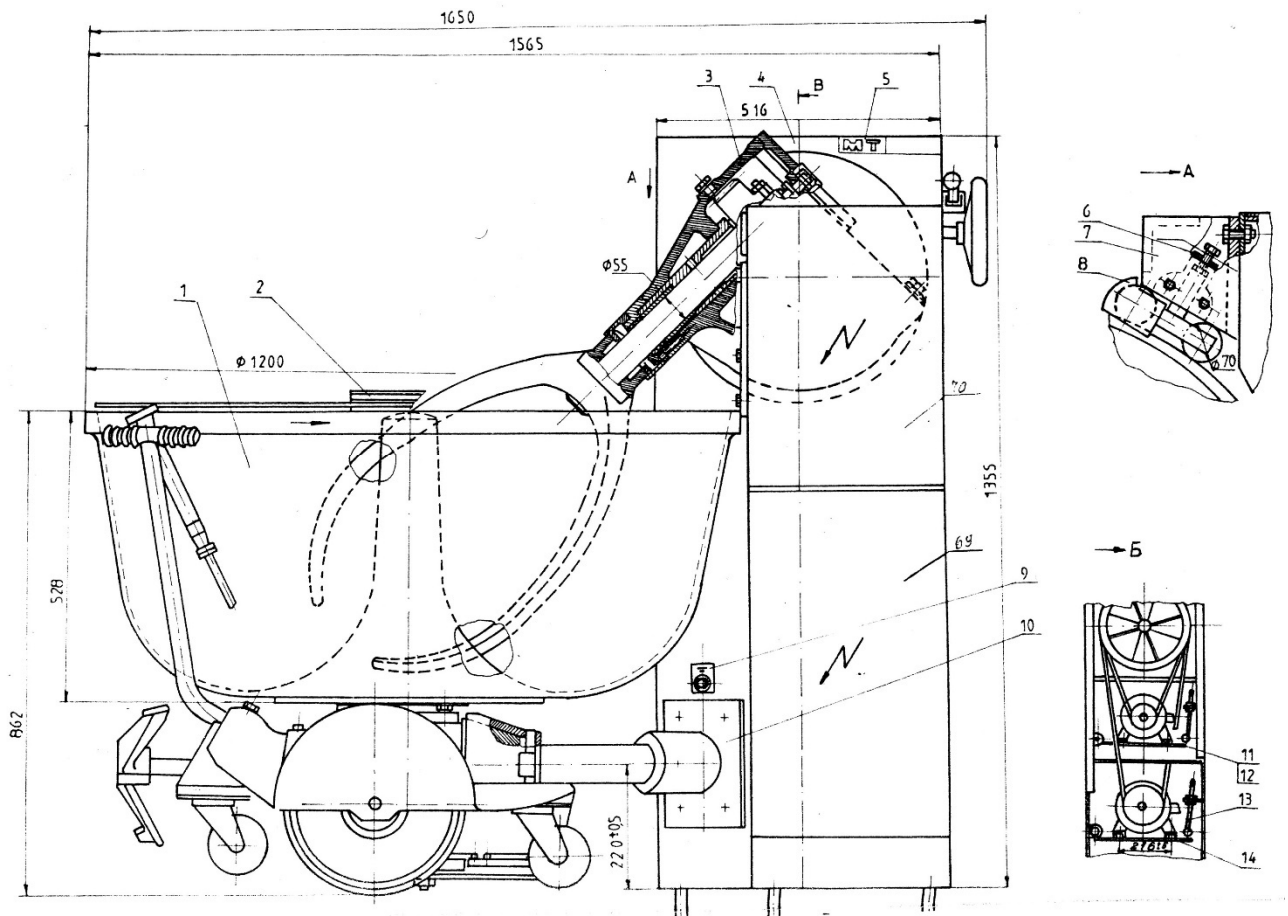


Рисунок 1.1. – Тістомісильна машина марки «МТ-200»

Загальна конструктивна схема тістомісильного машини марки «МТ-200» представлена на рисунку 1.1, де наочно показано взаємодію всіх елементів системи. До складу цього апарату входить низка ключових конструктивних вузлів та механізмів, серед яких особливе місце посідають приводна головка 3, система зблокованих важелів 8, несні елементи міцної станини, а також захисна огорожа у вигляді рухомого щитка 69. Крім того, конструкція спирається на масивну фундаментну плиту, оснащену механізмом привода підкатної діжі 10, а безпосередній заміс здійснюється за допомогою спеціального місильного органу, виконаного у формі важеля 2. Надійне функціонування всієї системи забезпечується комплексним використанням пускорегулювальної та захисної електроапаратури.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 067.00.00.000 ПЗ

Арк.

9

Базовою основою та тримальним фундаментом для всієї конструкції служить масивна лита чавунна плита, яка жорстко фіксується до підлоги виробничого приміщення за допомогою чотирьох потужних анкерних болтів. Конструктивне виконання цієї плити з обох боків передбачає наявність спеціальних профільованих напрямних площадок, призначених для точного закріплення та надійного базування ходових коліс підкатної діжі. Водночас у передній зоні фундаментної плити виконано особливий фігурний паз, що служить для центрування та позиціонування напрямного ролика візка під час його стикування з машиною. Для забезпечення стабільної фіксації та повного запобігання самовільному зміщенню чи вібрації діжі в процесі інтенсивного замішування, на плиті додатково змонтовано два чавунні кронштейни та запірний упор із надійною заскочкою. Натомість для її швидкого розкріплення після закінчення технологічного процесу передбачено вертикальний стояк та спеціальну вилку, безпосередньо з'єднану з ножним педальним важелем. Усі зазначені кронштейни, стояк та упорний елемент жорстко прикріплені до основи за допомогою болтових з'єднань, а просторове положення упора заскочки та вилки ножного привода додатково зафіксоване на плиті за допомогою міцних циліндричних штифтів, що повністю виключає появу будь-яких люфтів чи перекосів під час тривалої експлуатації.

Безпосереднє за стояками, на чотирьох спеціально передбачених припливах-бобишках фундаментної плити, встановлено вертикальну опорну станину машини. Вона надійно прикріплена до плити чотирма високоміцними болтами і додатково зорієнтована в просторі двома циліндричними штифтами. Сама станина виготовлена у вигляді порожнистого чавунного виливка прямокутної форми, що має характерний технологічний укіс на своїй передній стінці для забезпечення максимальної зручності під час щоденного обслуговування. В середині порожнини станини, до її задньої стінки, чотирма міцними болтами прикріплена опорна підмоторна плита, у прямокутних пазах якої встановлено чотири регульовальні натяжні болти, що утримують головний електродвигун та дозволяють коригувати натяг пасів. Для здійснення

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

періодичного технічного огляду, точного налаштування та планового сервісного обслуговування електродвигуна, у бічних стінках чавунної станини передбачено великі ревізійні отвори, які щільно закриваються знімними металевими кришками. При цьому ліва кришка оснащена спеціальним наскрізним отвором для безперешкодного виходу приводного вала електродвигуна, тоді як права виготовлена абсолютно суцільною та глухою.

На вихідному кінці вала електродвигуна за допомогою класичного шпонкового з'єднання та стопорного гвинта жорстко зафіксований клинопасовий шків, який безпосередньо забезпечує надійну передачу великого крутного моменту до робочих органів. На зовнішній поверхні задньої стінки станини змонтовано магнітний пускач серії ПМЕ-22, який відповідає за безпечну комутацію силових електричних кіл. Зі зворотного зовнішнього боку, на передній стінці станини, розташовані міцні кронштейни черв'ячного привода, що забезпечує безперервне обертання робочої діжі під час замісу. На передній частині рухомого захисного щитка розташована зручна кульова рукоятка, призначена для плавного ручного підймання огорожі, а також кнопковий пост керування типу КМЗ-2 з класичними кнопками «Пуск» та «Стоп».

З метою повного забезпечення суворих вимог безпеки праці та ефективного запобігання виробничому травматизму, захисний щиток кінематично зблокований із ланцюгом живлення головного електродвигуна через кінцевий вимикач типу ВПК-2110, який надійно закріплено з правого боку корпусу приводної головки. За умови, коли захисний щиток піднятий або закритий не до кінця, електричне коло автоматично розривається, внаслідок чого навіть при випадковому чи навмисному натисканні на кнопку «Пуск» електродвигун за жодних умов не ввімкнеться. Таким чином, для успішного та безпечного запуску замішувального процесу обов'язковою і першочерговою умовою є повне опускання щитка в його нижнє робоче положення.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Сучасне обладнання для замішування тіста

Тістомісильне обладнання [2-7] є невід'ємною частиною будь-якого хлібопекарського виробництва — від невеликої міні-пекарні до великого промислового підприємства. Правильний вибір тістоміса безпосередньо впливає на якість готової продукції, продуктивність праці та економічну ефективність бізнесу в цілому. Щоб зорієнтуватися в різноманітті представлених на ринку моделей, варто розглянути основні категорії цих машин.

Грамотне планування обсягів виробництва ще на етапі запуску дозволяє уникнути зайвих витрат на переоснащення в майбутньому та підібрати обладнання, яке повністю відповідатиме потребам підприємства.

Тістомісильні машини для крутого тіста широко використовуються у промисловому виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів із густою консистенцією — пряників, пельменів, вареників, чебуреків, проскур та іншої кулінарної продукції. Головною відмінністю обладнання для крутого тіста від стандартних машин для дріжджового замісу є його підвищена стійкість до екстремальних механічних навантажень.

Оскільки круте тісто має значно більшу щільність та в'язкість, у процесі його обробки всі робочі органи та вузли агрегату зазнають колосального опору. Звичайний тістоміс, розрахований на легші маси, за таких умов швидко вийде з ладу через передчасне зношування двигуна та редуктора. Саме тому були розроблені спеціалізовані посилені машини, які з легкістю забезпечують однорідний заміс щільної маси до необхідної консистенції. Переважна більшість таких моделей мають суттєву місткість робочої ємності (діжі), що становить від 150 до 500 літрів. Водночас на ринку представлені й компактніші варіанти з корисним об'ємом від 30 до 100 літрів для невеликих цехів.

Приготування тістових мас із низьким вмістом вологи (крутого тіста) супроводжується значними механічними навантаженнями на робочі органи апаратів через високу в'язкість та пружність замішуваного середовища. У таких умовах використання стандартного (універсального) обладнання є неефективним через ризик аварійних поломок, а ручне замішування не забезпечує належної швидкості та гомогенності маси.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивні особливості приводних механізмів машини забезпечують низьку віброакустичну активність і мінімальний рівень шуму, що дозволяє експлуатувати обладнання в закритих приміщеннях без порушення санітарних норм. Завдяки високій потужності привода питома продуктивність апарату досягає 250 кг готового тіста за годину без погіршення його реологічних властивостей. Використання легованих сталей, високоміцних матеріалів та посиленних вузлів трансмісії гарантує довговічність і зносостійкість техніки в умовах інтенсивних навантажень. При цьому продумане конструктивне виконання вилкових та спіральних модифікацій дозволяє успішно інтегрувати ці машини в автоматизовані потоково-механізовані лінії з виробництва хлібобулочних і кондитерських виробів.

Енергоефективність обладнання досягається завдяки оптимальному співвідношенню потужності електродвигунів і крутного моменту на робочому органі, що знижує питоме споживання електроенергії. Навіть за умов тривалих знакозмінних навантажень робочі органи забезпечують високу гомогенність замішування, що є визначальним для стабільності якісних показників, структури та консистенції крутого тіста. Продумана геометрія корпусу й відкритих зон гарантує високу ремонтпридатність та ергономічність, суттєво спрощуючи щозмінне санітарне очищення й планове технічне обслуговування. Нарешті, безпека експлуатації забезпечується комплексом захисної електроапаратури, зокрема системами термозахисту двигунів та кінцевими вимикачами аварійного блокування, які надійно мінімізують ризики травматизму і поломок техніки.

В умовах масштабного виробництва кондитерським та хлібопекарським підприємствам часто доводиться нарощувати обсяги переробки сировини. Розширення матеріально-технічної бази завжди тягне за собою суттєві капіталовкладення. Тому ще на етапі проектування та запуску бізнесу вкрай важливо точно спрогнозувати плановані потужності.

Якщо розрахунковий обсяг випуску перевищує 1000 одиниць готових хлібобулочних виробів за одну робочу зміну, цей сегмент високоефективних тістомісильних машин стане ідеальним рішенням. Робочий об'єм діжі у таких промислових гігантів становить від 200 до 500 літрів, що дозволяє безперебійно забезпечувати сировиною потужні пекарські лінії.

Тістомісильні машини для дріжджового тіста середньої продуктивності є найбільш затребуваним серед приватних пекарень середньої потужності з обсягом випікання близько 1000 одиниць продукції за зміну. Завдяки оптимальному поєднанню високої продуктивності, надійності та відносно низького рівня

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоспоживання, ці тістоміси здобули велику популярність серед приватних підприємців та локальних хлібо заводів.

Місткість робочих ємностей у цій категорії коливається в межах від 80 до 200 літрів. При цьому найпопулярнішим та найуніверсальнішим об'ємом діжі серед професійних пекарів вважається показник у 140 літрів, який дозволяє гнучко регулювати розміри технологічних партій.

Тістомісильні машини для мініпекарень. Створення власної мініпекарні — це процес, під час якого підприємці найчастіше стикаються з технологічними труднощами при підборі інвентарю та обладнання. Запуск малого бізнесу зазвичай супроводжується низкою обмежень: потребою замішувати малі стартові порції тіста, лімітами потужності локальної електромережі та дефіцитом простору.

Для ефективного вирішення цих завдань створено спеціальний сегмент компактного хлібопекарського обладнання. Такі машини розраховані на експлуатацію в обмежених умовах (навіть на базі невеликих виробничих площ) і здатні забезпечити випуск до 500 одиниць продукції за зміну. Робочий об'єм діжі у цих пристроях становить від 6 до 80 літрів. Тістоміси подібної місткості випускаються як для дріжджових, так і для крутих сортів тіста. Крім того, для замішування рідкого або легкого дріжджового тіста в умовах мініпекарень замість класичного тістоміса іноді успішно застосовують багатофункціональні міксери — кремозбивальні машини.

Спіральні тістомісильні машини є спеціалізованим класом технологічного обладнання, головною конструктивною відмінністю якого є геометрія робочого органа, виконаного у вигляді S-подібного спірального гака. Залежно від модифікації, робоча місткість (діжа) може бути нерухомою (статичною) або здійснювати примусове обертання. Кінематика одночасного або роздільного руху місильного органа та діжі безпосередньо визначає інтенсивність механічного впливу на напівфабрикат та підсумкові структурно-механічні властивості тістової маси.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Тістоміс спіральний типу Porlanmaz

Даний тип обладнання є вузькоспеціалізованим і призначений виключно для замішування різних видів тіста (пшеничного, житнього, крутого і дріжджового) на підприємствах хлібопекарської промисловості, у кондитерських цехах, піцеріях та закладах ресторанного господарства. Використання спіральних тістомісів для оброблення інших видів харчової сировини конструкцією не передбачено.

Технічні переваги спірального робочого органа. Висока технологічна ефективність: за умови роботи з великими обсягами сировини спіральний месильний елемент забезпечує вищу якість замішування порівняно з вилковими або віничковими аналогами;

Інтенсифікація процесу та однорідність: значна встановлена потужність привода гарантує швидке досягнення стабільної гомогенної структури тіста, що забезпечує рівномірну пористість та якість готових виробів;

Оптимальна аерація: специфічна траєкторія руху робочого органа зменшує опір маси та сприяє інтенсивному насиченню напівфабрикату киснем, що

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

позитивно впливає на процеси бродіння, формоутворення та підйому тіста під час випікання.

Для інтеграції у виробничі лінії різної потужності розроблено параметричний ряд спіральних тістомісильних машин серії SP. Моделі SP40 та SP60 укомплектовані одним електродвигуном і призначені для мініпекарень або цехів малої потужності. Старші модифікації (від SP100 до SP250) обладнані двомоторним індивідуальним приводом (окремо на спіраль та на діжу), що дозволяє оптимізувати енергетичні режими роботи при переробці значних об'ємів сировини.

Зведені технічні характеристики модельного ряду наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні параметри спіральних тістомісильних машин серії SP

Модель апарату	Макс. маса тіста, кг	Завантаження за борошном, кг	Об'єм / розміри діжі, л (мм)	Кількість двигунів	Встановлена потужність, кВт	Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	Маса машини, кг
SP40	40	25	н.д.	1	1,5 ... 2,5	н.д.	270
SP60	60	35	н.д.	1	2,2 ... 3,5	н.д.	390
SP100	100	60	155 л / Ø700×410	2	3,5 ... 5,5	1250×720×1350	610
SP120	120	75	н.д.	2	н.д.	1350×1350×820	650
SP160	160	100	300 л / Ø900×470	2	5,5 ... 7,5	н.д.	н.д.
SP250	250	150	н.д.	2	7,5 ... 11,0	1600×1600×1020	1040

Вилкові тістомісильні машини (тістоміси з вилковим робочим органом) належать до категорії спеціалізованого технологічного обладнання, призначеного для замішування тістових мас із низьким вмістом вологи, що мають підвищену пружність та в'язкість (круте тісто для пельменів, чебуреків, вареників, а також окремі види житньо-пшеничного та дріжджового тіста). Основний робочий орган за своєю геометрією нагадує похилу вилку, що забезпечує специфічну траєкторію руху, яка імітує ручне замішування.

Конструкція вузлів та деталей машин даного класу розрахована на тривалі механічні навантаження високої інтенсивності. Робочий процес забезпечує послідовне й рівномірне з'єднання компонентів рецептури, інтенсифікує

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насичення маси повітрям (аерацію) та покращує фізико-механічні і реологічні характеристики напівфабрикату.



Рисунок 1.3 – Вилкова тістомісильна машина серії DK

Експлуатаційно-технічні переваги вилкових тістомісів.

Кінематика делікатного замішування: специфічна форма робочого органа дозволяє гомогенізувати круті маси без надмірного перегріву та руйнування клейковинного каркаса;

Надійність конструктивних елементів: приводні механізми виготовляються зі зносостійких матеріалів із підвищеним запасом міцності, що гарантує тривалий міжремонтний ресурс;

Стабільність показників якості: обладнання забезпечує високу рівномірність розподілу інгредієнтів по всьому об'єму діжі, зберігаючи сталу консистенцію напівфабрикату від замісу до замісу;

Ергономічність та безпека: сучасні моделі мають низький рівень віброакустичної активності (мінімальний рівень шуму), оснащені блокіраторами аварійного пуску та системами термозахисту електродвигунів.

Параметричний ряд професійного обладнання серії DK (лінійка Porlanmaz) включає шість модифікацій, що дозволяє підбирати апарати під задану потужність

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва з урахуванням площі технологічних цехів. Особливістю машин даної серії є конструктивна простота: всі моделі є одношвидкісними та комплектуються одним асинхронним електродвигуном, який приводить у рух і місильний орган, і діжу.

Зведені інженерно-технічні характеристики модельного ряду серії DK наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні параметри вилкових тістомісильних машин серії DK

Модель апарату	Макс. маса тіста, кг	Завантаження за борошном, кг	Діаметр робочої діжі, мм	Встановлена потужність, кВт	Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	Маса машини, кг
DK80	80	50	750	1,5	1600×750×1000	200
DK120	120	75	800	2,2	1650×800×1050	240
DK160	160	100	900	2,2	1600×900×1150	300
DK250	250	150	1000	3	1850×1000×1150	350
DK320	320	200	1100	4	1900×1100×1250	450
DK400	400	250	1200	5,5	2050×1200×1350	550

Для спіральних тістомісильних машин [2-7] характерним є наступне.

Висока функціональність та раціональний інжиніринг. Конструкція машин передбачає оптимальну геометрію спірального робочого органа та центрального відсікача, що забезпечує інтенсивне та рівномірне замішування напівфабрикатів без їхнього деструктивного перегріву. Комплектація вузлів дозволяє гнучко налаштовувати режими обробки під різні рецептури тіста.

Техніко-економічна ефективність (рентабельність). Завдяки високій питомій продуктивності та оптимізованому енергоспоживанню, обладнання демонструє короткий термін окупності при впровадженні у виробництво. Відповідність фактичного робочого ресурсу заявленим паспортним даним дозволяє мінімізувати капітальні витрати на позапланові ремонти.

Конструктивна надійність. При виготовленні кінематичних пар, елементів трансмісії та деталей, що безпосередньо контактують із харчовим середовищем, застосовуються високосортні матеріали (зокрема, нержавіючі сталі промислових

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

марок та зносостійкі сплави). Це гарантує безвідмовну роботу систем в умовах багатозмінної інтенсивної експлуатації.



Рисунок 1.4 –Спіральна тістомісильна машина типу Міхер із підкатною діжею

Спіральні тістомісильні машини марки Міхер із підкатною діжею належать до класу універсального промислового обладнання періодичної дії. Вони призначені для приготування широкого асортименту напівфабрикатів: пшеничного, житнього, житньо-пшеничного та інших видів тіста.

Головною конструктивною перевагою машин даного типу є використання змінних підкатних діж. Таке інженерне рішення дозволяє створити мобільну схему транспортування та розвантаження готової маси у будь-якій зоні технологічного цеху. Інтенсифікація процесу замішування та досягнення оптимальних реологічних властивостей напівфабрикату реалізуються за рахунок потужного індивідуального привода S-подібного спірального робочого органа. Всі елементи конструкції, які безпосередньо контактують із харчовим середовищем (спіраль, центральний відсікач та діжа), виготовлені з високоякісної корозійностійкої нержавіючої сталі.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незалежний фрикційний привод діжі забезпечує стабільну передачу крутного моменту та оптимізує швидкісні режими обертання ємності незалежно від роботи місильного органу.

Електромагнітний механізм захоплення: гарантує надійне центрування та жорстку фіксацію підкатного візка з діжею на станині машини під час робочого циклу.

Гідравлічний привод траверси забезпечує автоматизоване підймання та опускання приводної головки (голови пристрою) для безперешкодного підкочування чи відкочування діжі.

Пасовий привід забезпечує плавність ходу, амортизацію динамічних навантажень та мінімізує рівень віброакустичної активності (шуму) обладнання.

Керування технологічним процесом здійснюється за допомогою ергономічного електромеханічного пульта, на якому розташовані програмовані таймери встановлення швидкостей, а також органи керування гідравлічним приводом (кнопки підйому/опускання траверси).

Високопродуктивні промислові тістомісильні машини періодичної дії серій Tauro SingleMix VE (з одинарною спіраллю) та Tauro DoubleMix VE (з подвійною спіраллю) спроектовані для інтеграції у автоматизовані потоково-механізовані лінії хлібопекарських підприємств із високою інтенсивністю виробництва.

Конструктивне виконання апаратів забезпечує інтенсифікацію механічної обробки, що дозволяє досягти високого ступеня рафінування маси та ефективної оксигенації (насичення киснем) тіста, що є визначальним фактором для формування пористої структури м'якушки хліба.

Модифікації серії SingleMix VE забезпечують 4–5 замісів за годину. Інтенсифіковані модифікації серії DoubleMix VE за рахунок подвійної спіралі виконують 8–10 замісів за годину.

Обладнання призначене для обробки всіх видів напівфабрикатів (зокрема заквасочних тістових мас) та кондитерських сумішей. Приготування тіста з низьким показником гідратації (вологість менше 45%) вимагає попереднього

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунку навантажень та погодження з технічним регламентом заводу-виробника.



Рисунок 1.5 – Промислові спіральні тістомісильні машини зі знімною діжею
Tauro

Спіральні місильні органи приводяться в рух електродвигунами потужністю від 25 до 50 кВт (залежно від місткості та модифікації). Це створює необхідний запас потужності та гарантує високий крутний момент при переробці в'язких середовищ.

Передача крутного моменту від головного мотор-редуктора до робочих органів реалізована за допомогою клинопасової передачі зі шківками, що виконує роль демпфера динамічних навантажень. Трансмсія оснащена стаціонарними захисними кожухами.

Обертання діжі забезпечується незалежним електродвигуном та редуктором із масляною ванною. Зубчасті колеса привода виготовлені із загартованої індукційним методом сталі, що суттєво знижує знос рухомих елементів. Кінематична схема передбачає можливість реверсування (інверсії) діжі на першій швидкості для полегшення стадії попереднього змішування інгредієнтів.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Автоматизація допоміжних операцій реалізована за допомогою локальної гідросистеми:

односторонній гідроциліндр (поршень) здійснює підйом та опускання траверси (головки міксера);

два допоміжних гідропоршні задіюють конусоподібні стопорні штифти для механічного блокування траверси у робочому положенні.

Гідросистема функціонує дискретно — виключно в моменти підйому/опускання, після чого автоматично знеструмлюється. Розрахункові діаметри гідроциліндрів підібрані з умовою забезпечення низького робочого тиску (максимум 80 бар), що знижує навантаження на ущільнювальні елементи та подовжує міжремонтний ресурс. Стабільність в'язкісно-температурних характеристик гідравлічної оливи забезпечує температурну стабілізацію системи при тривалих циклах роботи.

Жорстка фіксація підкатної діжі у станині виконується двома потужними електромагнітними захватами. Радіальні та осьові навантаження, що виникають від дії спіральних органів на стінки діжі, повністю поглинаються та компенсуються системою опорних роликів, що самоцентруються.

Кришка діжі виготовлена з корозійностійкої сталі й оснащена периферійною поліетиленовою окантовкою з внутрішніми клапанами. Дане ущільнення забезпечує герметичність робочої зони та запобігає розпилу борошна (запорошенню цеху). По контуру отвору встановлено тензометричну захисну планку (чутливу до тиску), яка миттєво зупиняє приводи у разі потрапляння сторонніх предметів, запобігаючи виробничому травматизму.

Електрообладнання та блоки комутації розміщені в ізольованій шафі бічного виконання (з можливістю лівосторонньої або правосторонньої інсталяції), що має високий клас пило- та вологозахисту. На лицьовій панелі розташовані органи керування гідроприводом та два програмовані автоматичні таймери, які регламентують тривалість етапів замішування на різних швидкісних режимах.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6 – Тістоміс ВНУ.10 BOGAZICI

Для підприємств громадського харчування, критих кулінарних цехів та хлібопекарських виробництв малої потужності раціональним інженерним рішенням є впровадження вилкової тістомісильної машини Bogazici ВНУ.10 (Туреччина). Даний апарат належить до класичного типу електромеханічного обладнання періодичної дії з фіксованою діжею та стаціонарним траверсним механізмом. Машина призначена для приготування дріжджового та прісного тіста (зокрема, основи для піци, пасты та дрібноштучних хлібобулочних виробів) в умовах стабільних експлуатаційних навантажень.

Конструктивною особливістю машин вилкового типу є специфіка механічного впливу на напівфабрикат. Робочий орган у вигляді похилої вилки імітує ручне замішування, що забезпечує інтенсивне насичення маси киснем без її локального перегріву. Це дозволяє зберегти оптимальну структуру клейковинного каркаса, що критично для рецептур із високими вимогами до стабільності текстури випічки.

Основні технічні параметри

Тип робочого органа: вилковий;

Об'єм робочої ємності (казана): 16 л;

Номінальне завантаження за один цикл: до 10 кг готового тіста;

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість робочих швидкостей: 1 швидкість;

Параметри електроживлення: універсальне виконання під напругу 220 В або 380 В (залежно від модифікації підключення до промислової мережі);

Встановлена потужність електродвигуна: 0,37 кВт;

Конструктивне виконання траверси: стаціонарне (підйомний віночок відсутній);

Конструктивне виконання ємності: фіксоване (знімна діжа не передбачена);

Габаритні розміри (ДхШхВ): 700×460×600 мм;

Маса апарату (нетто): 60 кг.

Приводні механізми (електродвигун та надійний клинопасовий редуктор) повністю інтегровані у внутрішню порожнину масивної станини, що захищає їх від потрапляння борошняного пилу та вологи. Зовнішні поверхні сталевого корпусу оброблені методом електростатичного напилення порошкової фарби з подальшою полімеризацією. Таке покриття має високу адгезію, стійке до механічних пошкоджень (відколів, подряпин) та спрощує щозмінну санітарну обробку хімічними дезінфікуючими розчинами.

Робоча ємність (казан) та безпосередньо місильна вилка виготовлені з харчової корозійностійкої нержавіючої сталі, що повністю задовольняє чинні санітарно-гігієнічні вимоги харчових виробництв.

Завдяки поєднанню високої питомої продуктивності та компактних габаритних розмірів, модель Bogazici BNY.10 призначена для експлуатації у:

загальнозаготівельних цехах та закладах харчування (їдальні, кафе): для механізації рутинних процесів приготування тіста під борошняні кулінарні вироби в об'ємах, достатніх для обслуговування великих потоків споживачів;

спеціалізованих виробництвах (піцерії, ресторани, пекарні): для стабільного порційного замішування тістових заготовок із високими вимогами до однорідності та температурного режиму замісу.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – Спіральний тістоміс з фіксованою чашею MSP50 JET/T MAC.PAN

Для хлібопекарських виробництв, кондитерських цехів та підприємств ресторанного господарства середньої потужності раціональним вибором є професійна спіральна тістомісильна машина MSP50 JET/T MAC.PAN (Італія). Даний апарат належить до категорії промислового обладнання періодичної дії з фіксованою траверсою та незнімною (фіксованою) діжею. Машина спеціалізована для замішування тіста середньої та високої щільності (основи для піци, хліба, дрібноштучних хлібобулочних та кондитерських виробів), забезпечуючи високу гомогенність та еластичність напівфабрикату.

Конструктивною перевагою моделі є використання двох незалежних електродвигунів — окремо для привода спірального робочого органа та для обертання діжі. Така двомоторна кінематична схема забезпечує високу стабільність крутного моменту, знижує кінематичні навантаження на трансмісію та гарантує рівномірне перемішування по всьому об'єму ємності.

Основні технічні параметри

Тип місильного органа: спіральний;

Геометричний об'єм діжі: 70 л;

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальна маса замісу (за тестом): до 50 кг;
Кількість робочих швидкостей: 2 швидкості;
Конструктивне виконання: фіксована діжа, нерухома траверса;
Система привода: пасова (ремінна) трансмісія;
Габаритні розміри (ДхШхВ): 1050 x570 x1100 мм;
Маса апарату (нетто): 275 кг.

Станина тістомісильної машини виконана з товстостінної конструкційної сталі з антикорозійним покриттям. Значна власна маса апарату (275 кг) у поєднанні з ремінним приводом робочих органів дозволяє ефективно демпфувати (гасити) динамічні вібрації, мінімізуючи рівень віброакустичної активності (шуму) в цеху.

Елементи, що безпосередньо контактують із харчовим середовищем — робоча діжа, S-подібна спіраль, центральна стійка (відсікач тіста) та захисна решітка — виготовлені з високоякісної аустенітної нержавіючої сталі. Геометрія робочих органів розроблена з умовою забезпечення мінімальних зазорів, що спрощує щозмінне санітарно-гігієнічне очищення машини.

Апарат оснащений універсальною електромеханічною панеллю керування, яка дозволяє реалізувати два режими експлуатації:

ручний режим: параметри швидкості та тривалість циклу контролюються оператором безпосередньо під час замішування.

автоматичний режим: робочий цикл програмується за допомогою двох незалежних автоматичних таймерів (для першої та другої швидкості відповідно).

Особливістю автоматичного циклу є можливість зміни напрямку обертання (реверсування) діжі. Ця функція дозволяє здійснювати реверс ємності на стадії попереднього змішування компонентів, що суттєво підвищує точність контролю консистенції тіста та скорочує загальну тривалість процесу.

Безпека обслуговуючого персоналу забезпечується решітчастим захисним кожухом, інтегрованим із кінцевими мікровимиками аварійного блокування. Тістомісильна машина повністю відповідає сучасним європейським стандартам безпеки та директивам СЕ.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи [1,8,9,10] є розроблення науково обґрунтованого комплексу заходів з монтажу, технічної експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини марки МТ-200, спрямованих на підвищення надійності, довговічності та ефективності її роботи в умовах підприємств хлібопекарської промисловості.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі.

Виконати аналіз умов роботи, технічних характеристик та конструктивних особливостей тістомісильної машини МТ-200; провести огляд і порівняльний аналіз сучасних аналогів тістомісильного обладнання.

Провести структурний та кінематичний аналіз машини МТ-200; обґрунтувати вибір конструкційних матеріалів для основних деталей і вузлів; виконати технологічний розрахунок машини.

Розробити заходи з монтажу тістомісильної машини: вибрати та обґрунтувати такелажні пристосування, розробити порядок вивірки та центрування машини на фундаменті.

Розробити технологію ремонту машини МТ-200: визначити основні технічні умови на ремонт, скласти систему та графік планово-попереджувального ремонту з розрахунком трудомісткості ремонтних робіт.

Розробити технологічний процес виготовлення вала передаточного механізму: виконати аналіз технічних умов, обґрунтувати вибір заготовки, розрахувати припуски та міжопераційні розміри, режими різання та норми часу.

Розробити заходи з охорони праці при експлуатації тістомісильної машини та заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях відповідно до чинного законодавства України.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					<i>КРБ 067.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для тістомісильної машини МТ-200

Вибір матеріалів [11-13] для виготовлення деталей конструкції тістоміса є одним із важливих етапів проєктування, оскільки експлуатаційні умови обладнання передбачають дію значних та змінних навантажень, контакт з харчовими продуктами, а також підвищені вимоги до санітарних норм. Для аналізу та подальшого вибору розглянуто широкий перелік конструкційних сталей та сплавів.

Серед чорних металів до розгляду включено такі марки: Ст5, Х18Н9, Х18Н9Т, Х18Н10Т, 1Х13, 2Х13, 3Х13, 1Х17Н2, Х17, 0Х17Т, 2Х13Н4Г9, 0Х22Н5Т, 1Х21Н5Т, 0Х21Н6М2Т, Х28, Х28АН, Х14Г14Н, Х14Г14Н3, Х14Г14Н3Т, Х17Г9АН4. Серед кольорових металів та сплавів розглянуто дюралюміній Д16 та латунь ЛС59-1.

Слід зазначити, що оскільки в процесі роботи обладнання деталі піддаються знакозмінним навантаженням різного характеру (циклічним змінам напружень розтягу та стиску), застосування захисних покриттів у такому випадку є малоефективним, тому подальший вибір матеріалів здійснюється без урахування варіанту з нанесенням захисних покриттів.

Для виготовлення основних робочих елементів, що безпосередньо контактують з тістом і зазнають найбільших навантажень та зносу, обрано корозійностійку сталь Х18Н9Т. Цей матеріал поєднує високу механічну міцність із достатньою корозійною стійкістю, що дозволяє забезпечити надійність та довговічність відповідальних деталей.

Для виготовлення рами та інших неосновних, менш навантажених елементів конструкції доцільно застосувати конструкційну сталь Ст5. Вибір даного матеріалу обумовлений насамперед його економічною доцільністю, а також широкою доступністю на ринку металопрокату, що виключає ризики дефіциту під час виробництва.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Структурний аналіз тістомісильної машини

Структурна схема [11] є одним із базових документів, що розробляється на початковому етапі проектування нового обладнання або при проведенні аналізу вже існуючої конструкції з метою її модернізації чи вдосконалення. Вона дозволяє наочно представити загальну будову машини, виявити основні функціональні частини устаткування, визначити їхнє призначення, а також встановити взаємозв'язки та послідовність взаємодії між окремими елементами в процесі роботи механізму. Крім того, структурна схема дає змогу на ранньому етапі оцінити шляхи передачі потужності від приводу до робочих органів та виявити можливі резерви для оптимізації конструкції.

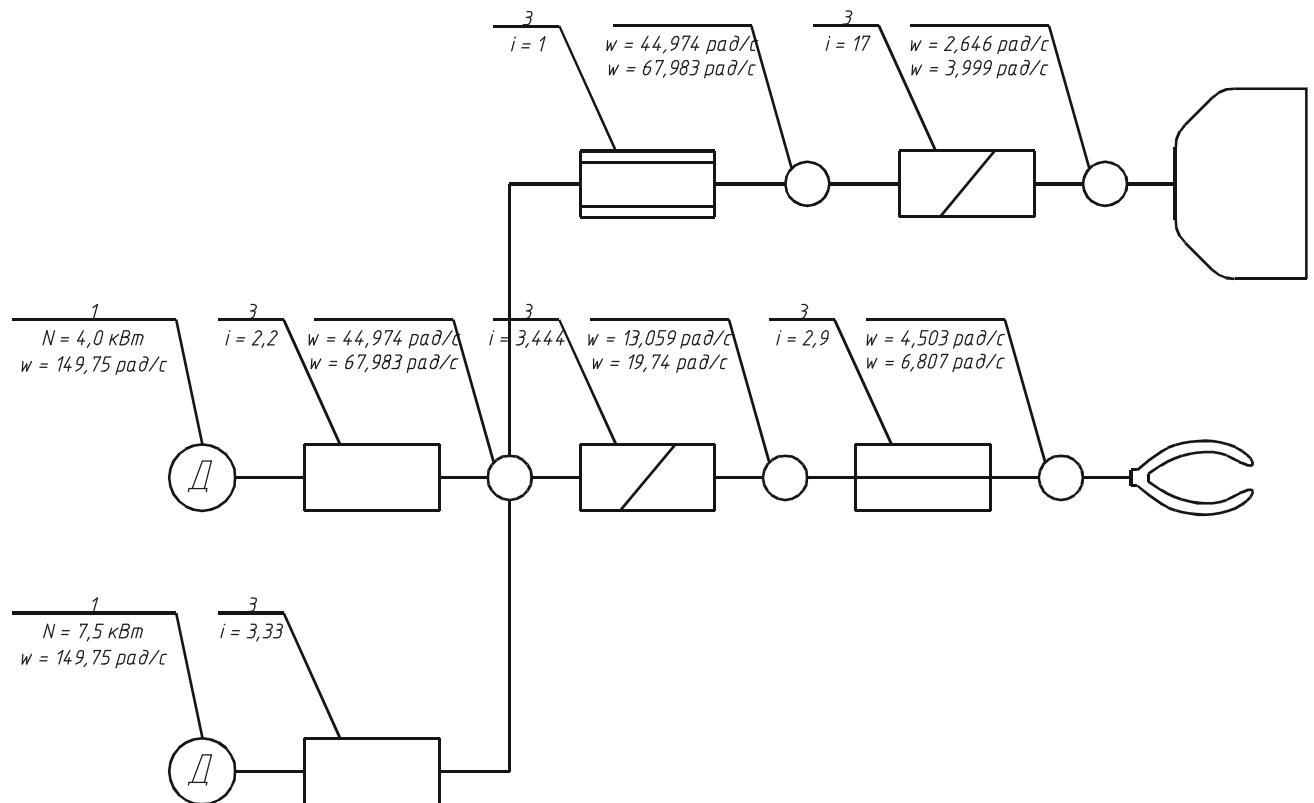


Рисунок 2.2 – Структурна схема тістомісильної машини.

Основними механічними операціями, що виконуються в тістомісильній машині в процесі її роботи, є обертання підкатної діжі навколо власної осі та безпосередній заміс тіста, який здійснюється за рахунок складного просторового

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

руху місильного вала. Саме поєднання цих двох рухів — обертання діжі та руху місильного органу за складною траєкторією — забезпечує необхідну якість, однорідність та консистенцію готового тіста, а також рівномірний розподіл усіх компонентів сировини по всьому об'єму замішуваної маси.

За принципом дії тістомісильна машина належить до категорії технологічного обладнання з механічним приводом основних робочих органів, тобто рух усіх ключових елементів конструкції забезпечується від одного спільного джерела енергії — електродвигуна — через систему механічних передач, кожна з яких виконує свою функцію в загальному кінематичному ланцюзі машини.

Наведена структурна схема включає такі основні елементи: електричний двигун, який є первинним джерелом механічної енергії та задає обертовий рух усій кінематичній системі; черв'ячні передачі, що забезпечують необхідне перетворення обертального руху, зниження частоти обертання та передачу крутного моменту із збільшенням його величини; ланцюгову передачу, призначену для подальшої трансляції руху від проміжних валів до робочих органів машини; а також безпосередньо самі робочі органи — місильний важіль, що здійснює складний рух у процесі замісу, забезпечуючи якісне перемішування тіста, та підкатну діжу, яка обертається навколо власної осі під час технологічного процесу, сприяючи рівномірному охопленню всього об'єму тіста робочим інструментом.

2.4 Кінематичний аналіз тістомісильної машини

Розробка кінематичної схеми є невід'ємним етапом як при створенні принципово нового зразка обладнання, так і при модернізації вже діючої машини. Саме ця схема слугує базовим документом, на основі якого виконуються подальші кінематичні та силові розрахунки приводу та окремих його елементів.

За своєю суттю кінематична схема — це умовне графічне зображення (плоске або просторове) усіх механізмів та ланок машини, виконане за допомогою спеціальних позначень. Завдяки такому зображенню можна наочно простежити,

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передача обертального руху в розглянутій конструкції відбувається наступним чином: крутний момент, що генерується електродвигуном, спочатку передається на пасову передачу, звідки далі розподіляється по подальших елементах кінематичного ланцюга машини.

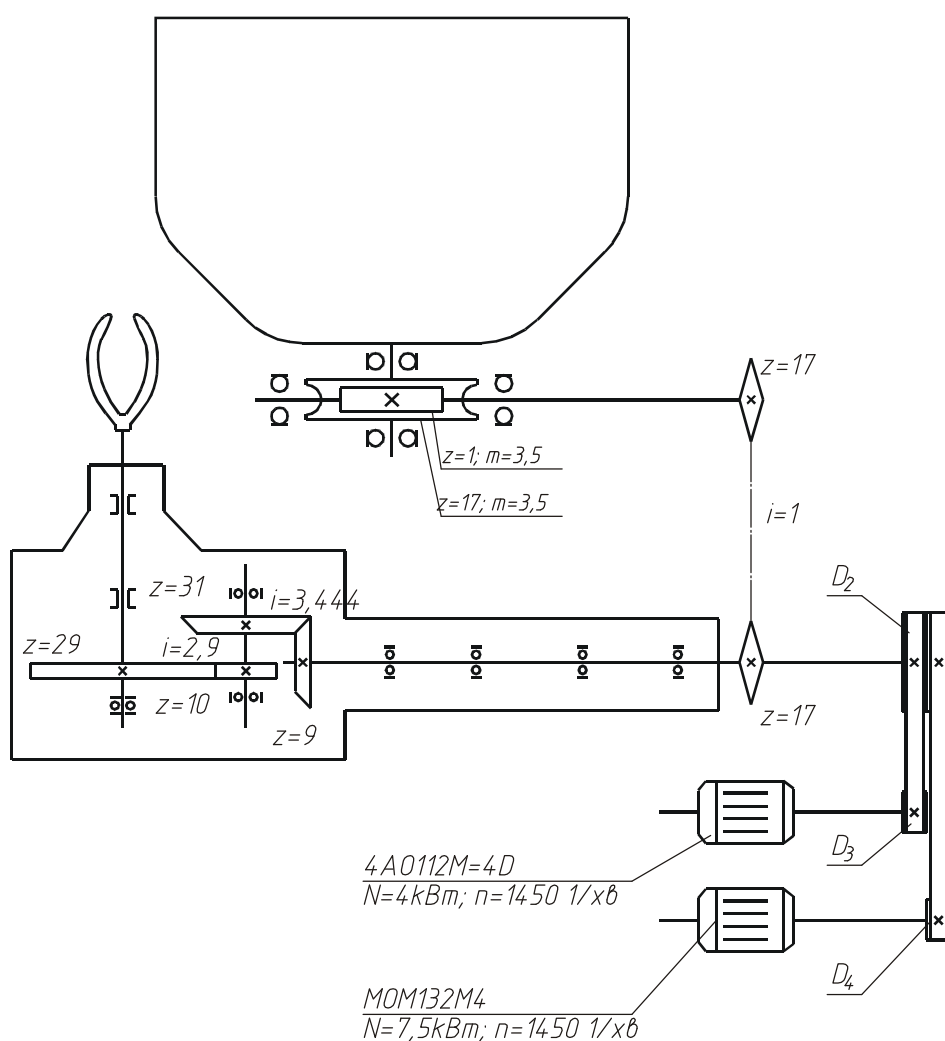


Рисунок 2.3 – Кінематична схема тістомісильної машини.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Технологічний розрахунок тістомісильної машини МТ-200

Виберем частоту обертання місильного вала:

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

Куова швидкість обертання місильного вала:

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

Необхідну потужність на заміс тіста знайдемо за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

Сила опору продукту при замісі:

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

Момент сили, необхідний на заміс:

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

Необхідна потужність на заміс тіста:

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

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Розрахунок приводу діжі

Вихідні дані:

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

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

передаточне число передачі $u := 17$

передача нереверсивна;

режим навантаження легкий (Л);

можливі короткочасні перевантаження до 150 % від номінального;

строк служби передачі $h := 10000$ год.

Параметри навантаження черв'ячної передачі. При орієнтовному значенні

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

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

Кутова швидкість веденого вала

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

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

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

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

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

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

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

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

Орієнтовна швидкість ковзання зубів у зачепленні:

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

За [] допустиме граничне контактне напруження

$$I\sigma I_{H\max} := 2\sigma_T \quad I\sigma I_{H\max} = 560 (\text{МПа})$$

б) допустимі напруження на згин.

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

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{F0} := 0.08\sigma_B + 0.25\sigma_T$$

$$\sigma_{F0} = 122 \quad (\text{МПа})$$

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

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

За формулою [3] модуль черв'ячної передачі:

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

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

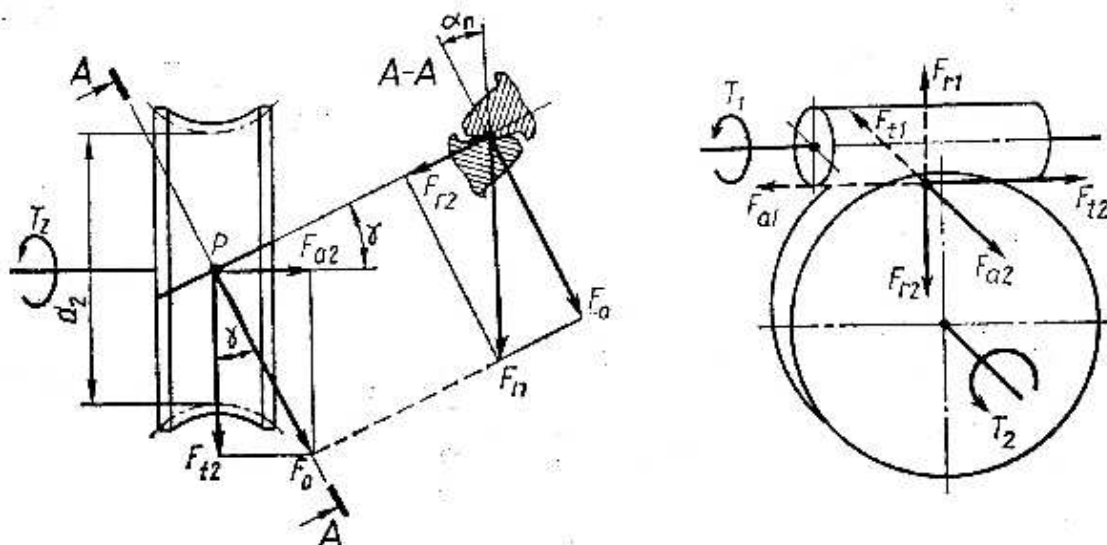


Рисунок 2.6- Розрахунков а схема черв'яка

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

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

Швидкість ковзання у зачепленні

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

Уточнене значення допустимого контактного напруження

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

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

Еквівалентне число зубців черв'ячного колеса

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

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

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

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

Для розрахунку попередньо визначимо коефіцієнти:

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

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

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

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

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

За формулою [3] питома розрахункова колова сила:

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

Розрахункове контактне напруження:

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

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_H \leq I\sigma_H$$

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:

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

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

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

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

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

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:

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

$$\sigma_F \leq I\sigma_F$$

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.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

розрахункова товщина витка

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

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 нарізаної частини черв'яка

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

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

вибираємо $b_{1w} := 108 \quad (\text{мм})$ (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):

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

радіальна сила на колесі дорівнює радіальній силі на черв'яку

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

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

осьова сила на колесі дорівнює коловій силі на черв'яку

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

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

12. ККД черв'ячної передачі.

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

За формулою [3]:

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

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

13. Перевірка черв'яка на жорсткість.

Рівнодійна колової та радіальної сил на черв'як:

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

Осьовий момент інерції перерізу черв'яка:

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

Беремо наближено відстань між опорами черв'яка

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

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

розрахункова стрілка прогину черв'яка

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

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

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічна частина

3.1. Розробка заходів з монтажу тістомісильної машини марки МТ-200

3.1.1 Основні монтажні роботи. Вибір основних такелажних приспособлень

Тістомісильна машина, що підлягає монтажу [14-16], як правило, доставляється на місце встановлення автомобільним або залізничним транспортом. Після прибуття обладнання вивантажують на склади або під навіси, а потім переміщують усередині виробничого приміщення та встановлюють на підготовлений фундамент. У процесі виконання цих операцій виникає необхідність переміщення обладнання в горизонтальній, похилій і вертикальній площинах. При відносно невеликих обсягах робіт частина такелажних операцій може виконуватись вручну. Проте загалом такелажні роботи, пов'язані з переміщенням машини в різних площинах, становлять від 50 до 80 % загального обсягу монтажних робіт — залежно від виду операцій, габаритних розмірів і маси обладнання. До початку такелажних робіт необхідно чітко встановити кількість одиниць обладнання, що транспортується, його масу та габаритні розміри, після чого підібрати відповідні підйомно-транспортні машини і механізми за основними параметрами — вантажопідйомністю, висотою підйому тощо, — а також визначити необхідні опорні конструкції та монтажне оснащення. Безпосередньо перед підйомом машини виконують її строповку — підвішування до гака підйомно-транспортного механізму. Для цього застосовують універсальний строп, яким обв'язують вантаж; у місцях контакту стропа з гострими кутами обладнання встановлюють сталеві або дерев'яні прокладки для запобігання пошкодженню стропа. Кріплення стропа здійснюють за найміцніші елементи конструкції машини — фланці та корпус електродвигуна.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Макаренков М.С.			3. Технологічна частина	Літ.	Арк.
Перевір.		Кравець О.І.					43
Реценз.						МОЗ-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

Використовують інвентарні універсальні канатні або текстильні стропи, якими обв'язують вантаж. У місцях безпосереднього контакту гнучкого стропа з гострими кутами, ребрами чи виступами металоконструкцій обладнання обов'язково встановлюють захисні сталеві підкладки (кутики) або дерев'яні бруски, що запобігає стиранню, переламу чи пошкодженню волокон стропа.

Фіксацію та зачіплення стропів необхідно здійснювати виключно за спеціально передбачені виробником місця (рим-болти, монтажні цапфи, технологічні отвори в станині) або за найміцніші тримальні елементи конструкції (наприклад, масивну литу чавунну плиту чи силовий каркас). Категорично забороняється чіпляти стропи за невідповідні елементи, такі як фланці трубопроводів, вали або безпосередньо за корпус електродвигуна, оскільки це може призвести до деформації деталей, пошкодження ізоляції та виникнення аварійних ситуацій.

Під час розрахунку схеми стропування слід стежити за тим, щоб довжина гілок забезпечувала оптимальні кути: кут між окремою гілкою стропа та вертикаллю за правилами безпеки не повинен перевищувати 60° , а загальний кут між протилежними гілками — не більше 90° . Вантажний гак крана повинен розташовуватися строго вертикально над геометричним центром тяжіння вантажу, щоб уникнути небезпечного самовільного розвороту маси у повітрі.

У процесі стропування тістомісильної машини вживають жорстких превентивних заходів, які повністю виключають можливість мимовільного зісковзування канатів уздовж корпусу вантажу у випадку тимчасового порушення його просторової рівноваги. Перехрещування або перекручування гілок стропа під навантаженням категорично не допускається. Для спрощення та безпеки цієї процедури на зовнішній поверхні пакувальної тари обладнання зазвичай наносять міжнародні попереджувальні знаки, які чітко вказують на точне розташування центра тяжіння та рекомендовані місця чалки.

Перед виконанням основного підйому на проектну висоту в обов'язковому порядку здійснюють пробний підйом вантажу на незначну висоту від 300 до 500 мм. Це необхідно для візуальної та практичної перевірки правильності зачіплення

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гаків, надійності затягування петель стропа, збереження загальної рівноваги та оцінки рівномірності натягу всіх гілок. Рівномірність натягнення гілок монтажники перевіряють шляхом фізичного натискання рукою на середину кожної робочої гілки стропа — правильно натягнуті вітки повинні чинити абсолютно однаковий пружний опір.

Подальший підйом та переміщення мають відбуватися безперервно, плавно, без різких поштовхів, гальмувань та зачіплень за суміжні об'єкти. Щоб повністю нівелювати небезпечне розгойдування, амплітудні коливання або самовільне обертання обладнання під дією вітру чи інерції під час ходу крана, до корпусу машини заздалегідь кріпляться довгі гнучкі відтяжки (повідки), виготовлені з тонкого сталевого троса або міцного пенькового (чи капронового) каната. Нижні кінці цих відтяжок утримуються та контролюються такелажниками вручну з безпечної відстані. Фінальну розстроповку (звільнення від чалок) дозволяється виконувати виключно після того, як тістомісильна машина буде надійно та стабільно встановлена, вивірена за допомогою рівнів та зафіксована на анкерних болтах фундаменту.

3.1.2. Вивірка і центрування тістомісильної машини МТ-200

Процес монтажу [14-16] та безпосереднього встановлення промислової тістомісильної машини МТ-200 в її проектне геометричне положення на заздалегідь підготовленому інженерному фундаменті є критично відповідальним етапом, який регламентується чіткою послідовністю взаємопов'язаних технологічних процесів та операцій. Цей комплекс монтажних робіт складається з ретельного укладання первинних опорних елементів і пакетів підкладок на дзеркало фундаменту, безпосереднього насування, накатування або вертикального опускання базової чавунної плити машини на ці опорні точки, а також наступної ретельної просторової вивірки всього апарату в плані, по висоті та за рівнем горизонтальності напрямних площадок для підкатної діжі. Завершується повний монтажний цикл важливою операцією підливки

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціального безусадочного цементно-піщаного розчину в технологічний зазор, що утворився між опорною плитою станини обладнання МТ-200 і бетонною основою фундаменту, а також остаточним жорстким закріпленням машини шляхом послідовного й рівномірного затягування чотирьох фундаментних анкерних болтів із суворо заданим нормативним крутним моментом (контрольованим зусиллям затягування).

Необхідна висока точність просторового положення великовагового хлібопекарського обладнання по висотних відмітках та його загальної горизонтальності може бути ефективно досягнута прогресивним та високотехнологічним методом безвивірочного монтажу. Суть цього передового підходу полягає в повній відмові від тривалих, циклічних і трудомістких додаткових регулювальних операцій безпосередньо під час посадки масивної станини на анкери; натомість висока точність геометрії забезпечується заздалегідь — виключно за рахунок попереднього високоточного нівелювання та виставлення опорних елементів під чавунну плиту суворо в межах жорстких розрахункових допусків. Впровадження безвивірочного методу при монтажі тістомісів МТ-200 на підприємствах харчової промисловості дозволяє суттєво оптимізувати загальний графік виконання робіт, радикально скоротити сумарний час перебування техніки в монтажній зоні, забезпечити ідеальне майбутнє стикування ходових коліс підкатної діжі з напрямними площадками, значно прискорити введення агрегату в експлуатацію та помітно знизити фінансові й трудовитрати висококваліфікованого монтажного персоналу.

У тих випадках, коли на практиці все ж виконується класична, традиційна вивірка обладнання в плані, точне регулювання та коригування його просторових координат здійснюють за допомогою потужних вантажопідіймальних кранів, гідравлічних чи гвинтових домкратів, а також спеціальних знімних гвинтових монтажно-фіксувальних пристроїв. Це мікропереміщення обмежується і безпосередньо реалізується в межах наявних конструктивних зазорів між внутрішніми стінками отворів у базовій литій плиті машини МТ-200 та стержнями заздалегідь закладених і замонолічених у бетоні фундаментних болтів. Якщо ж

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при проектуванні використовуються глухі кріплення, просторове коригування відбувається в межах вільних зазорів колодязів (гнізд), навмисно залишених у бетоні під чотири закріплювальні анкерні болти в зоні подальшої цементної підливки. Подальше остаточне вирівнювання положення всього замішувального агрегату по висоті та горизонту реалізують із застосуванням опорних елементів найрізноманітніших конфігурацій (індивідуальних пакетів плоских чи клинових підкладок, спеціальних гвинтових опор або регулювальних болтів-домкратів) у суворій відповідності до чинних галузевих технічних вимог, правил безпеки та інструкцій заводу-виробника з монтажу хлібопекарського обладнання типу МТ-200.

Під час монтажу та технічного обслуговування тістомісильної машини МТ-200 застосовуються такі матеріали та інструменти: рулетка, нівелір, гідравлічний або механічний домкрат, рівень, рим-болти, а також стандартний набір слюсарно-монтажного інструменту. Оскільки машина встановлюється безпосередньо на фундаменті, вибір конкретного інструменту здійснюється відповідно до умов монтажу (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1.– Матеріали та інструменти для монтажу

№ п/ п	Матеріали	к-сть	№ п/ п	Інструменти	к-сть
1	2	3	4	5	6
1	Манжети 12x20 ГОСТ 6969-74	4	1	Рулетка 5 м	1
2	Рим-болти ГОСТ 7808-70	4	2	Домкрат гідравлічний	1
3	Масило ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74	1 кг	3	Нівелір	1
4	Прокладки пароніт ПОН-1 ГОСТ 481-80	6	4	Набір крейди для розмітки	1
5	Болти М12×50 ГОСТ 7798-70	8	5	Ключ II 22-62 ГОСТ 9106-71	1

Продовження таблці 3.1.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4	5	6
6	Гайки М12 ГОСТ 5915-70	8	6	Ключ динамометричний 60 Нм	1
7	Шайби пружинні Ø12 ГОСТ 6402-70	8	7	Рівень слюсарний 200 мм	1
8	Підкладки сталеві 100×100×5 мм	4	8	Молоток слюсарний 0,5 кг ГОСТ 2310-77	1
9	Мастило МС-1000 для підшипників	0,5 кг	9	Викрутка плоска 8×200 ГОСТ 17199-88	1
10	Цемент марки М400 (для підливки)	5 кг	10	Штангенциркуль ШЦ-I-125 ГОСТ 166-89	1
11	Дріт відпалений Ø1,5 мм ГОСТ 3282-74	2 м	11	Зубило слюсарне ГОСТ 7211-86	1
12	Стрічка ущільнювальна ФУМ	1 рул.	12	Плоскогубці комбіновані ГОСТ 5547-86	1

3.2 Розробка технології ремонту і випробування заданої тістомісильної машини МТ-200

3.2.1 Основні технічні умови на ремонт тістомісильної машини МТ-200

При підготовці обладнання до ремонту [14-16] необхідно дотримуватись чіткого організаційного порядку, що гарантує збереження деталей і виключає можливість їх випадкового змішування з деталями інших одиниць технологічного обладнання. Розбирання машини виконують у суворо визначеній послідовності: спочатку демонтують кришку, після чого — привідний механізм і місильну чашу. Демонтовані деталі укладають на спеціальних щитах з обмежувальними буртиками, що запобігає їх переміщенню та пошкодженню.

У процесі розбирання одночасно визначають ступінь зносу кожної деталі. Перед початком дефектування всі деталі підлягають обов'язковому очищенню від забруднень і знежиренню. Спряжені деталі маркують кернером із нанесенням однакових позначок, що забезпечує їх правильне складання після ремонту. Визначення величини зносу здійснюють відповідно до стандартних методик із

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

застосуванням вимірювального інструменту (мікрометрів, індикаторних нутромірів, штангенциркулів тощо).

Посадочні місця під підшипники кочення повинні мати чисту, рівну поверхню без задирів, подряпин і тріщин. Шпонкові канавки перевіряють на паралельність стінок і відсутність дефектів поверхні; їх розміри контролюють спеціальними шаблонами. При перевірці стану різбових з'єднань особливу увагу приділяють якості обробки поверхні різби. Зрив різби більш ніж на 1,5 витка є неприпустимим; незначні дефекти усувають за допомогою мітчика або плашки відповідного розміру. Розтяг різби не повинен перевищувати 0,5 кроку на кожні 10 ниток. На гранях гайок і болтів не допускаються вм'ятини та зминання; отвори під шплінти мають бути чистими і не деформованими. Підшипники кочення змащують пластичним мастилом типу солідол марок Л, М, Т або УСс-1 відповідно до вимог технічної документації.

За результатами дефектування всі деталі розподіляють на три категорії:

1. деталі без дефектів і з зносом у межах допустимих значень — направляють безпосередньо на складання або на склад придатних деталей;
2. деталі з усувними дефектами та зносом, що перевищує допустимий, але не граничний — направляють у ремонт або на склад деталей, що очікують ремонту;
3. деталі з граничним зносом або критичними пошкодженнями, що унеможливають подальше використання, — списують і направляють на склад металобрухту.

Деталі, що підлягають ремонту, позначають умовною фарбою (зеленою або жовтою) безпосередньо в зонах дефектів. Деталі, визнані непридатними, маркують червоною фарбою. Результати технічного контролю та дефектування в повному обсязі заносять до дефектної відомості, яку складають у процесі розбирання машини. Дефектна відомість є основним документом для визначення обсягу і характеру ремонтних робіт, встановлення переліку деталей, що підлягають заміні або відновленню, визначення потреби в матеріалах і розрахунку кошторисної вартості ремонту.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____
(середній, капітальний) (обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кіль- кість запасних де- талей і матеріалів		Трудо- міст- кість, люод.год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Найме- нування	Кількість		
1	Шків	Деформа- ція	виготов- лення і заміна				Задовільний
2	Підшипник	Обертаєть ся нерів- номірно, з ривками	заміна				Незадовільний
3	Вал	Зношення, деформа- ції	заміна				Незадовільний
4	Прокладка	Поверхня має значні пошкод- ження	заміна				Незадовільний
5	Кришка	Деформа- ція	виготов- лення і заміна				Незадовільний
6	Шпонка	Зрізалась	заміна				Незадовільний

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

Технічне обслуговування (ТО) та плановий ремонт тістомісильної машини МТ-200 здійснюються у суворій відповідності до вимог заводської інструкції з експлуатації, правил безпеки на підприємствах хлібопекарської промисловості та затвердженого графіка планово-попереджувального ремонту (ППР). Впровадження системи ППР дозволяє підтримувати постійну експлуатаційну надійність обладнання, мінімізувати ризики аварійних зупинок хлібопекарських ліній, а також суттєво подовжити загальний термін служби деталей, що зазнають інтенсивного зносу.

Очищення робочих поверхонь від залишків продукту та технологічних забруднень виконують в кінці кожної робочої зміни із застосуванням дозволених миючих засобів. За затвердженим графіком відділу головного механіка або відділу головного енергетика здійснюють перевірку контактів пускової апаратури, вимірювання опору ізоляції електричних ланцюгів та контроль опору заземлення всього електрообладнання лінії; виявлені несправності усувають негайно.

Щоденне технічне обслуговування зводиться до дотримання правил технічної експлуатації та постійного контролю за технічним станом вузлів і агрегатів машини. Його виконує виробничий і черговий персонал відповідно до посадових інструкцій, правил технічної експлуатації та чинних норм охорони праці.

Планове технічне обслуговування передбачає інструментальну перевірку стану деталей і складальних одиниць, схильних до зносу в умовах нормальної експлуатації. Такі огляди проводять у міжремонтні періоди силами ремонтного персоналу; при огляді відповідальних вузлів обов'язкова присутність механіка цеху та представника відділу головного механіка.

У межах реалізації системи планово-попереджувального ремонту на підприємстві для тістомісильного агрегату МТ-200 передбачено чітку градацію

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонтних циклів залежно від ступеня зносу деталей, тривалості міжремонтного інтервалу та складності відновлювальних операцій. Першим і найменш масштабним етапом є поточний ремонт, який є плановим заходом і виконується безпосередньо в цеху без тривалого виведення машини з технологічного процесу, переважно у неробочі зміни, міжзмінні інтервали або у вихідні дні. Головною метою поточного ремонту є забезпечення працездатності агрегату до наступного планового втручання, а його обсяг охоплює промивання та мастильні роботи, що включають очищення внутрішніх порожнин редукторів, заміну відпрацьованого мастила в приводі обертання діжі, промивання мастилопроводів та фільтрацію систем змащування приводної головки. Крім того, під час поточного ремонту здійснюється делікатне вузлове регулювання та калібрування складальних одиниць, що зазнають найбільших знакозмінних навантажень, таких як системи зблокованих важелів, черв'ячна пара привода діжі та запірний механізм клямки. Також проводиться часткове розбирання вузлів для заміни елементів із коротким міжремонтним ресурсом, зокрема клинових пасів головного привода, ущільнювальних манжет і зворотних пружин ножної педалі, після чого виконується контрольне тестування змонтованих вузлів із короткочасним випробуванням для перевірки плавності ходу місильного важеля та локальне відновлення захисного антикорозійного покриття на зовнішніх чавунних і сталевих поверхнях корпусу та станини.

Другим етапом є середній ремонт, який призначений для відновлення експлуатаційних характеристик машини шляхом заміни або капітального відновлення зношених деталей, за винятком базових корпусних елементів, і проводиться у разі накопичення деформацій і зносу вузлів понад гранично допустимі технічні значення. Середній ремонт повністю акумулює в собі весь комплекс операцій поточного ремонту, але додатково передбачає демонтаж та відновлення геометрії великогабаритних елементів, включаючи приводну головку, траверси важелів та вузол фіксації візка. На цьому етапі також здійснюється випресовування та повна заміна спрацьованих підшипників кочення, заміна зношених бронзових втулок у шарнірних з'єднаннях важелів,

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заміна черв'ячного колеса чи пасового шківa, а також ретельне регулювання співвісності валів електродвигуна та приводних механізмів для усунення люфтів і биття, що завершується обкаткою машини МТ-200 на холостому ході з подальшим повним фарбуванням станини та щитка вологостійкою емаллю, дозволеною для харчових виробництв.

Найбільш масштабним етапом планово-попереджувальних робіт є капітальний ремонт, що передбачає одночасну заміну значної кількості деталей та складальних одиниць і включає повний обсяг робіт поточного та середнього ремонтів, повертаючи машину до початкового паспортного стану та відновлюючи її повний ресурс. Капітальний ремонт вимагає стовідсоткового розбирання агрегату, промивання всіх без винятку деталей у мийних машинах та проведення інструментального дефектування для виявлення мікротріщин, раковин чи зносу шліців і шпоночних пазів. Під час капітального ремонту виконується повна заміна або радикальне відновлення головного місильного органу у формі двозубих вил, заміна приводних валів, повне перевстановлення системи пускорегулювальної електроапаратури й кінцевих вимикачів безпеки, а також детальна перевірка стану чавунної станини та анкерного кріплення базової фундаментної плити на предмет відсутності тріщин або просідання бетону.

Окреме місце посідає позаплановий або аварійний ремонт, який не входить до регулярного графіка і зумовлюється раптовою відмовою вузлів, грубим порушенням правил експлуатації або аварійною ситуацією на виробничій лінії. За фактом зупинки обладнання спеціальна комісія негайно складає офіційний технічний акт, де чітко фіксуються характер і масштаби руйнувань, такі як зрізання шпонки, заклинювання редуктора чи перегорання обмоток двигуна, а також першопричини виходу техніки з ладу, перелік посадових чи матеріально відповідальних осіб і невідкладні інженерні заходи для оперативного усунення наслідків.

Технічний огляд обладнання охоплює перевірку таких параметрів: контроль габаритних розмірів машини за крайніми точками у встановленому положенні; визначення фактичної маси машини за результатами зважування; перевірка

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правильності складання відповідно до вимог конструкторської документації; контроль виконання вимог техніки безпеки — наявності захисних огорож, кожухів та коректності виконання захисного заземлення.

Структура ремонтного циклу тістомісильної машини МТ-200:

К-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-С-О-О-М-О-О-К

Для тістомісильної машини встановлено категорію ремонтної складності 1,0. Графіком планово-попереджувальних робіт визначено такі часові інтервали між технічними заходами: періодичність проведення капітального ремонту (К) становить 24 місяці, середнього ремонту (С) — 6 місяців, малого або поточного ремонту (М) — 3 місяці, а планового технічного огляду (О) — 1 місяць.

Розрахунок трудомісткості ремонту механічної частини обладнання здійснюється за такою залежністю:

$$T_{м.ч} = k \cdot R_m$$

де k — норматив трудомісткості, що відповідає певному виду ремонту (люд.-год); R_m — категорія ремонтної складності механічної частини машини.

Для визначення сумарної трудомісткості всіх видів ремонтних робіт протягом дворічного ремонтного циклу складаються витрати часу на проведення шістнадцяти оглядів, чотирьох поточних ремонтів, чотирьох середніх ремонтів та одного капітального ремонту:

$$16 \cdot 1 + 4 \cdot 7 + 4 \cdot 21 + 1 \cdot 35 = 163 \text{ люд.-год}$$

Отримана загальна трудомісткість розподіляється за видами робіт наступним чином:

$$\text{слюсарні роботи: } 163 \cdot 0,72 = 117,36 \text{ люд.-год}$$

$$\text{верстатні роботи: } 163 \cdot 0,20 = 32,60 \text{ люд.-год}$$

$$\text{інші роботи: } 163 \cdot 0,08 = 13,04 \text{ люд.-год}$$

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.3. Технологія розбирання та складання вузла передаточного механізму машини МТ-200

Під час виконання ремонтних робіт проводиться демонтаж і розбирання вузлів, компоненти яких зазнали зносу та підлягають подальшому відновленню або повній заміні. У процесі підготовки до ремонту розробляється відповідна технічна документація, а саме: схема складання-розбирання (лист 4 графічної частини) та карта розбирання вузла із зазначенням послідовності операцій, застосовуваного інструменту та технічних вимог до кожного етапу. Розбирання вузла виконують у чітко визначеній технологічній послідовності, тоді як складання здійснюють у зворотному порядку. При цьому до процесу складання висуваються конкретні технічні вимоги, дотримання яких є обов'язковою умовою забезпечення надійної та довготривалої роботи відремонтованого вузла.

Перед складанням валів та посаджених на них шківів за допомогою шпонкових з'єднань виконують ретельний контроль якості поверхонь спряжених деталей. Виявлені забоїни, задири та задирки усувають шліфуванням або зачищенням оселком. Геометричні розміри призматичних шпонок і шпонкових пазів регламентовані відповідними стандартами і підлягають обов'язковій інструментальній перевірці перед складанням. Посадку призматичної шпонки в паз виконують легкими ударами молотка через мідну або алюмінієву оправку, що унеможливило пошкодження робочих поверхонь шпонки та пазу. Після встановлення шпонки перевіряють щільність її прилягання до бічних стінок пазу та відсутність перекосу.

Перед складанням підшипникових вузлів підшипники кочення підлягають обов'язковому розконсервуванню та ретельному очищенню від заводського мастила і можливих забруднень шляхом промивання в авіаційному бензині або в мінеральному маслі, підігрітому до температури 75–80°C. Після промивання підшипники просушують і перевіряють на відсутність корозійних плям, тріщин, сколів на доріжках кочення та тілах кочення. При встановленні підшипників на вали та в корпусні деталі суворо дотримуються правил монтажу: зусилля

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запресування прикладають виключно до того кільця, яке монтується з натягом, використовуючи спеціальні оправки або гідравлічний прес. Нагрівання підшипника в маслі до температури 80–90°C перед насадкою на вал дозволяє суттєво знизити зусилля монтажу та запобігти пошкодженню посадкових поверхонь. Порядок складання вузла зведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4— Порядок складання вузла передаточного механізму .

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, приспособлення, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	На вал 16 встановити підшипник 45	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	слюсар III розряду	
2.	На вал 16 встановити гільзу 37	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
3.	На вал 16 встановити шайбу спеціальну 27	—	встановити без перекосу	- // -	
4.	На вал 16 встановити шпонку 44	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
5.	На вал 16 встановити шестерню 28	молоток, оправка, гаряче мастило	шестерню нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
6.	Зафіксувати шестерню 28 болтом 42	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6
7.	На вал 16 встановити підшипник 208	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
8.	Вал 16 в зборі встановити в корпус 29	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
9.	На корпус 29 встановити ущільнення 18	—	встановити без перекосу	- // -	
10.	Кришку 17 з ущільненням 19 встановити в корпус 29	—	встановити без перекосу	- // -	
11.	Закріпити кришку 17 болтами 41 з шайбами 40	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
12.	На корпус 29 встановити ущільнення 23 з кришкою 25	—	встановити без перекосу	- // -	
13.	В кришку 25 загвинтити пробку 26	ключ спеціальний	перевірити надійність кріплення	- // -	
14.	Кришку 25 закріпити болтами 39 з шайбами 40	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

						КРБ 067.00.00.000 ПЗ		Арк.
								58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

15.	Загвинтити в корпус 29 пробки спеціальні 20 з шайбами 21	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
16.	На вал 1 встановити підшипник 2	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
17.	На вал 1 встановити підшипник 1	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
18.	На вал 1 встановити шайбу 24	—	встановити без перекосу	- // -	
19.	Вал 1 в зборі встановити в корпус 10	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
20.	На корпус 10 встановити ущільнення 11	—	встановити без перекосу	- // -	
21.	На корпус 10 встановити кришку 12 з ущільненням 13	—	встановити без перекосу	- // -	
22.	На вал 1 встановити підшипник 2	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

23.	На вал 1 встановити підшипник 1	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
24.	В корпус 3 встановити підшипник 32	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
25.	На вал-шестерню 33 встановити шпонку 43	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
26.	В корпус 3 встановити вал-шестерню 33	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
27.	В корпус 3 встановити шестерню 34	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
28.	В корпус 3 встановити підшипник 35	молоток, оправка, гаряче мастило	підшипник нагріти мастилі до 80...90°C	- // -	
29.	На корпус 3 встановити кришку 36	—	встановити без перекосу	- // -	
30.	Прикріпити кришку 36 до корпуса 3 болтами 31	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
31.	Корпус 3 в зборі встановити в корпус 10	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

32.	Прикріпити корпус 3 до корпуса 10 болтами 46 з шайбами 45	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
33.	Корпус 10 в зборі встановити в корпус 29	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
34.	Прикріпити корпус 10 до корпуса 29 болтами 36 з шайбами 45	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
35.	На втулку 7 встановити ущільнення 6 і загвинтити гвинт спеціальний 4	викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	
36.	Загвинтити гайку 3	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
37.	Втулку 7 в зборі з ущільненням 8 встановити в корпус 29	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	
38.	Прикріпити втулку 7 до корпуса 29 гвинтами 31	викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	
39.	На вал 16 встановити мішалку 15	ручний прес	встановити без перекосу	- // -	

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

40.	Зафіксувати мішалку 15 болтом 47 з шайбами 48 і 46	ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
-----	--	------------------	---------------------------------------	--------	--

Після завершення всіх ремонтних робіт та контрольного складання машину встановлюють у технологічну лінію виробництва хлібобулкових виробів відповідно до проектної схеми розміщення обладнання. Перед введенням відремонтованої машини в експлуатацію виконують комплекс підготовчих заходів: перевіряють надійність кріплення всіх з'єднань, рівень та якість мастила у вузлах тертя, правильність підключення електропривода, а також проводять пробний пуск на холостому ході з контролем температури підшипників, рівня вібрації та шумових характеристик.

3.3. Розробка технологічного процесу виготовлення вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200

3.3.1. Аналіз технічних умов вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200

Деталь, що розглядається, належить до класу тіл обертання — валів, тобто є деталлю, у якої осьовий розмір (довжина) значно перевищує поперечний (діаметр), а торцеві поверхні мають відносно невелику площу. Конструктивно вал передаточного механізму є ступінчастим, що обумовлює наявність кількох посадочних поверхонь різного діаметра з різними вимогами до точності та шорсткості.

Аналіз технічних умов, зазначених на робочому кресленні, дозволяє зробити такі висновки. Посадочні циліндричні поверхні діаметром $\varnothing 50h7$ та $\varnothing 56h8$ з шорсткістю $Ra = 1,6-2,5$ мкм потребують застосування чистового точіння (тонкого точіння) як завершальної операції механічної обробки, що забезпечує отримання необхідної точності розміру та якості поверхневого шару. Поверхні фасок з шорсткістю $Ra = 2,5$ мкм та $Ra = 3,2$ мкм вимагають послідовного застосування чорнового, напівчистового та чистового інструменту з раціональним

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розподілом припуску на кожному переході — при цьому на чистовому переході залишають мінімально можливий припуск. Забезпечення зазначених параметрів точності та шорсткості передбачає використання високоточного металорізального обладнання з відповідними технологічними характеристиками.

Вал передаточного механізму виготовляється зі сталі 40 ГОСТ 1050–89 — конструкційної вуглецевої якісної сталі, яка характеризується задовільною оброблюваністю різанням та достатнім рівнем механічних властивостей для роботи в умовах знакозмінних навантажень [17-20].

Таблиця 3.5. – Хімічний склад сталі 40 за ГОСТ 1050–89, %

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,38-0,42	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,04	0,04

Таблиця 3.6. – Механічні властивості сталі 40 .

σ_b МПа	σ_t МПа	δ %	ψ %	a_n кГ/см ²	HB
550	280	22	30	6	200

Сталь 40 забезпечує достатній рівень міцності та твердості для умов роботи передаточного вала при знакозмінних крутних та згинальних навантаженнях, що виникають у процесі замішування тіста. За необхідності підвищення поверхневої твердості посадочних місць може бути застосована термічна або хіміко-термічна обробка.

Аналіз технічних умов на виготовлення вала зведено в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 — Аналіз технічних умов вала передаточного механізму

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
Б, В, Г, Д, З, И, Й, Щ, О	Забезпечити точність по 7 – 8 квалітету і шорсткість $R_a=2,5\text{мкм}$	Точіння чистове	Точність- штангенциркулем, мікрометром. Шорсткість-методом порівняння за зразками або на профілометрі, профілографі
А, Ю	Забезпечити точність по 12 квалітету і $R_a=3,2\text{мкм}$	Фрезерування торців	– // –
Ж	Забезпечити точність по 9 квалітету і $R_A=2,5\text{мкм}$	Фрезерування шпоночного паза	– // –
У	Точність по 8-9 квалітету і шорсткість R_Z20	Фрезерування шліців	– // –
Е, К	Точність 9-10 квалітету і Шорсткість R_Z20	Свердління Нарізання різьби мітчиком	– // –

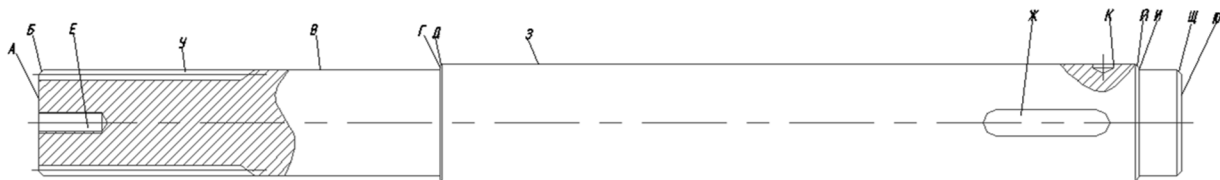


Рисунок 3.1. – Схема вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200 з позначенням оброблюваних поверхонь..

3.3.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Метод отримання заготовки для деталей машин визначається сукупністю таких факторів: функціональним призначенням і конструктивними особливостями деталі, маркою та властивостями матеріалу, типом і масштабом виробництва, а також економічною ефективністю обраного способу виготовлення з урахуванням коефіцієнта використання матеріалу.

Для виготовлення вала передаточного механізму за умов одиничного типу виробництва технологічно прийнятними є два способи отримання заготовки: об'ємне штампування або різання з гарячекатаного прокату круглого перерізу.

Застосування штамповки є економічно виправданим у тих випадках, коли маса штампованої заготовки відрізняється від маси заготовки з прокату більш ніж на 15 %. У протилежному випадку перевагу надають прокату як більш простому та дешевому способу отримання заготовки.

Маса заготовки з прокату становить:

$$M_n = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,24 \cdot 7800 = 11,9 \text{ кг.}$$

Орієнтовна маса штамповки:

$$M_{ш} = \left(\frac{3,14 \cdot 58^2 \cdot 352}{4} + \frac{3,14 \cdot 52^2 \cdot 190}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 10,2 \text{ кг}$$

$$\frac{11,9 - 10,2}{11,9} = 0,142 = 14,2\% < 15\%$$

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняння мас заготовок свідчить про те, що різниця між ними не перевищує 15 %, отже застосування штамповки є недоцільним — економічно виправданим є використання прокату..

3.3.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

Розрахунок припусків є одним із ключових етапів розробки технологічного процесу виготовлення деталі, оскільки правильно визначені припуски безпосередньо впливають на економічність виробництва та якість готового виробу. Завищені припуски призводять до нераціональних витрат матеріалу, збільшення машинного часу та зносу різального інструменту, тоді як занижені — створюють ризик появи браку через неможливість повного видалення дефектного поверхневого шару.

Аналітичний метод розрахунку припусків, на відміну від табличного, дозволяє диференційовано врахувати реальні умови обробки на кожному технологічному переході: стан поверхневого шару після попередньої операції, просторові відхилення форми та розташування поверхні, а також похибки базування та закріплення заготовки. Це забезпечує більш точне визначення мінімально необхідного обсягу матеріалу, що знімається на кожному переході.

Розрахунок припуску виконується для поверхні Е — посадочної шийки під підшипник кочення діаметром $\varnothing 50h7$ із шорсткістю $Ra = 1,6$ мкм, яка є найбільш відповідальною з точки зору точності та якості обробки. Аналітичний розрахунок припуску дозволяє встановити мінімально необхідний обсяг матеріалу, що знімається на кожному технологічному переході, і визначити міжопераційні розміри заготовки.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

Таблиця 3.9 — Припуски та допуски на механічну обробку поверхонь вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>А, Ю</i>	542	2·4,4	—	460
<i>В</i>	Ø 50 <i>h</i> 7	2·1,5	2·0,94	19
<i>З</i>	Ø 56 <i>h</i> 8	2·2,0	—	48
<i>У</i>	95	1,5	—	120
<i>Б, Д, Й, Щ</i>	1,5x45°	2·1,5	—	30
<i>И, Г</i>	торці	2·1,5	—	46
<i>Е</i>	М 10	2·0,5	—	46
<i>Ж</i>	10Р9	2·1,5	—	36
<i>К</i>	Ø 10 <i>H</i> 12	2·0,5	—	98

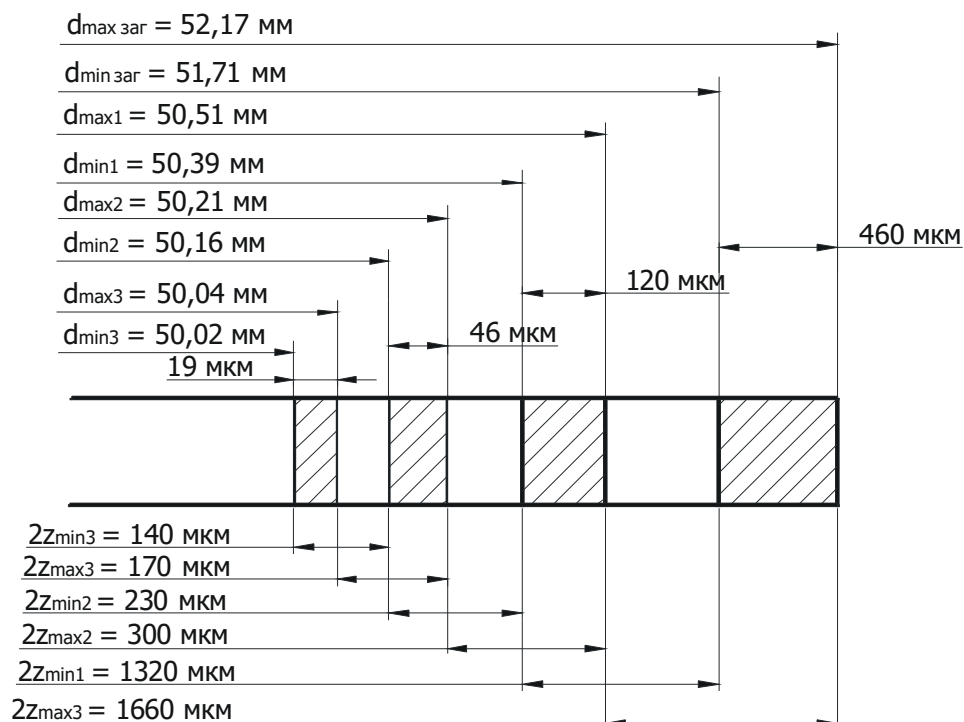


Рисунок 3.2 — Графічна схема розподілу припусків і допусків на обробку посадочної поверхні Ø50h7 вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200

3.3.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини марки МТ-200

Технологічний маршрут механічної обробки вала розробляється з урахуванням конструктивних особливостей деталі, вимог до точності розмірів і шорсткості поверхонь, а також типу виробництва. Маршрут визначає раціональну послідовність технологічних операцій, що забезпечує поступове підвищення точності та якості обробки від заготовки до готової деталі, і зводиться у таблицю 3.10.

Таблиця 3.10 — Послідовність операцій механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
1	2	3	4	5
005	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці поверхні в розмір 542 ± 0.8 2. Свердлити центрувальні отвори по ГОСТ 14952-76	А, Ю	Поверхня заготовки	Фрезерно-центрувальний верстат МР 73М
010 установ А	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 56h8$ на довжину 352 ± 0.5	З	Поверхня заготовки, Ю	Токарно-гвинторізний верстат 16K20

Пробовження таблиці 3.10.

1	2	3	4	5
	2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 50h7$ на довжину 20 ± 0.1 3. Точити фаску в розмір $1,5 \times 45^\circ$ 4. Точити фаску в розмір $1,5 \times 45^\circ$	И Й Щ		
установ Б	Токарно-гвинторізна 5. Точити поверхню в розмір $\varnothing 50h7$ на довжину 190 ± 0.2 6. Зняти фаску в розмір $2 \times 45^\circ$ 7. Зняти фаску в розмір $2 \times 45^\circ$ 8. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 8,6$ глибиною 30 мм 9. Нарізати різьбу в розмір М10 на глибину 28 мм	В Б Д Е Є	З	Токарно-гвинторізний верстат 16K20

Пробовження таблиці 3.10.

1	2	3	4	5
015	Фрезерна 1.Фрезерувати шліци в розмір 5x1.25x9g ГОСТ 6033-80 2.Фрезерувати шпоночний паз довжиною 60мм глибиною 6мм	У Ж	3, А, Ю	Фрезерний верстат 692М
020	Вертикально- свердлильна 1. Свердлити отвір Ø 10H14 на глибину 2мм	К	3, А, Ю	Свердлильний верстат 2Н125

3.3.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.11 — Різальний та вимірювальний інструмент для механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Фрезерно – центрувальна 1. Фрезерувати торці поверхні в розмір 542±0.8	Фреза торцева насадна 1831 ГОСТ 9304 – 69	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4
	2. Свердлити центрувальні отвори по ГОСТ 14952-76	Свердло Центровочне тип А ГОСТ 14952 – 75	– // –
010	Токарно-гвинторізна	Різець прохідний	Штангенциркуль
уст.	1. Точити поверхню в розмір Ø 56h8 на довжину 177±0.5	упорний 2121 ГОСТ 18870 – 73	ШЦ – 1 – 400
А	2. Точити поверхню в розмір Ø 50h7 на довжину 20±0.1	– // –	ГОСТ 166 – 80
	3. Точити фаску в розмір 1,5x45°	Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	– // –
	4. Точити фаску в розмір 1,5x45°	– // –	– // –
	5. Точити поверхню в розмір Ø 50h7 на довжину 190±0.2	Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870 – 73	– // –
Уст.	6. Зняти фаску в розмір 2x45°	Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	– // –
Б.	7. Зняти фаску в розмір 2x45°	– // –	– // –
	8. Свердлити отвір в розмір Ø 8,6 глибиною 30 мм	Свердло Ø8,6 мм ГОСТ 887 – 77	– // –
	9. Нарізати різьбу в розмір М10 на глибину 28 мм	Мітчик М8 ГОСТ 5698-63	– // –

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4
015	Фрезерна		
Уст. А	1.Фрезерувати шліці в розмір 5x1.25x9g ГОСТ 6033-80	Фреза дискова модульна ГОСТ 2436 – 78	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон для контролю шліців
Уст. Б	2.Фрезерувати шпоночний паз довжиною 60мм глибиною 6мм	Фреза торцева насадна пальцева Ø38 мм ГОСТ 2424 – 78	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80
020	Вертикально- свердлильна 1. Свердлити отвір Ø 10H14 на глибину 2мм	Свердло Ø6 мм ГОСТ 887 – 77 Мітчик М8 ГОСТ 5698-63	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80

3.3.6. Розрахунок режимів різання по операціях

Розрахунок режимів різання виконується аналітичним методом для обробки найбільш відповідальної посадочної поверхні Ø50h7, оскільки саме ця поверхня висуває найвищі вимоги до точності розміру та якості обробки. Для решти операцій і переходів режими різання визначають за нормативними таблицями [17-20], враховуючи матеріал заготовки, вид обробки, застосовуваний інструмент та вимоги до шорсткості поверхні. Режими різання для інших поверхонь вала встановлюють за [17-20]. Усі отримані значення глибини різання, подачі та швидкості різання, а також відповідна частота обертання шпинделя зводяться до таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 — Зведені режими різання по операціях механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	t , мм	L , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	S_m , мм/хв м/хв	N , кВт
005	Фрезерно- центрувальна							
	1. Фрезерувати торець поверхні в розмір 542±0.8	2,5	Ø60	-	600	283	475	5,5
	2. Фрезерувати торець поверхні в розмір 542±0.8	2,5	Ø60	-	600	283	475	5,5
	2. Свердли центрувальні отвори по ГОСТ 14952-76	-	10	0,4	350	30,8	-	0,9
010	Токарно-гвинторізна							
Уст. А	1. Точити поверхню в розмір Ø 56h8 на довжину 177±0.5	0,5	352	0,8	630	102	480	3,8
	2. Точити поверхню в розмір Ø 50h7 на довжину 20±0.1	2,1	20	0,8	630	67,0	504	2,4
	3. Точити фаску в розмір 1,5x45°	0,25	1,5	0,6	1000	94,2	600	0,33
	4. Точити фаску в розмір 1,5x45°	1,25	1,5	0,6	315	80,1	189	1,8
Уст. Б		0,2	190	0,6	630	114,7	378	0,22

015	5. Точити поверхню в розмір $\varnothing$ 50h7 на довжину 190±0.2	4	1,5	0,8	800	75,4	640	3,2
	6. Зняти фаску в розмір 2x45°	0,25	1,5	0,6	800	135	480	0,81
	7. Зняти фаску в розмір 2x45°	1	30	0,6	315	105	640	0,17
	8. Свердлити отвір в розмір $\varnothing$ 8,6 глибиною 30 мм	1	28	1	100	75	100	1,3
	9. Нарізати різьбу в розмір М10 на глибину 28 мм							
	Уст. Фрезерна	5	95	0,34	800	25	272	1,3
	А 1.Фрезерувати шліци в розмір 5x1.25x9g							
	Уст. ГОСТ 6033-80							
	Б 2.Фрезерувати шпоночний паз довжиною 60мм	5	60	0,34	800	25	272	1,3
	020 глибиною 6мм	-	2	-	430	0,25	0,04	0,4
020	Вертикально-свердлильна							
	1.Свердлити отвір $\varnothing$ 10 мм							

3.3.8. Технічне нормування технологічного процесу.

Норми часу на виконання технологічних операцій встановлюються на підставі технологічного розрахунку. Для операції 010 норму часу визначають

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

розрахунково-аналітичним методом, який передбачає послідовне обчислення основного (машинного) часу, допоміжного часу на встановлення та зняття заготовки, підведення та відведення інструменту, вимірювання, а також часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця та відпочинок. Для решти операцій технологічного процесу норми часу визначають за галузевими нормативами відповідно до [17-20] з урахуванням типу обладнання, виду обробки та розряду роботи. Отримані значення норм часу по всіх операціях зводять до таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 — Норми часу по операціях технологічного процесу механічної обробки вала передаточного механізму тістомісильної машини МТ-200

№ п/п	Назва операції	t_0 хв	$t_{дон. хв}$			$t_{он. хв}$	Час обслугов.		$t_{відп}$ хв	$t_{ум}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{вим}$		$t_{обсл}$	$t_{уст}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці поверхні в розмір 542 ± 0.8	0,17	0,18	0,05	0,02	0,52	0,02	0,02	0,02	0,8
	2. Свердлити центрувальні отвори по ГОСТ 14952-76	0,1	0,08	0,05	0,02	0,22	0,02	0,05	0,02	0,33

Продовження таблиці 3.13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010 А Б	Токарно-гвинторізна									
	1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 56h8$ на довжину 177 ± 0.5	0,7	0,25	0,18	0,16	1,29	0,08	0,09	0,06	1,52
	2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 50h7$ на довжину 20 ± 0.1	0,77	0,22	0,12	0,14	1,25	0,08	0,09	0,16	1,58
	3. Точити фаску в розмір $1,5\times 45^\circ$	0,12	0,28	0,33	0,25	0,98	0,1	0,12	0,12	1,32
	4. Точити фаску в розмір $1,5\times 45^\circ$	0,05	0,25	0,16	0,27	0,73	0,18	0,19	0,12	1,22
	5. Точити поверхню в розмір $\varnothing 50h7$ на довжину 190 ± 0.2	0,11	0,24	0,22	0,26	0,83	0,08	0,09	0,12	1,12
	6. Зняти фаску в розмір $2\times 45^\circ$	0,05	0,28	0,26	0,11	0,7	0,12	0,14	0,09	1,05
	7. Зняти фаску в розмір $2\times 45^\circ$	0,04	0,2	0,17	0,26	0,67	0,15	0,16	0,15	1,13
	8. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 8,6$ глибиною 30 мм	0,77	0,22	0,19	0,16	1,34	0,08	0,09	0,07	1,58
	9. Нарізати різьбу в розмір М10 на глибину 28 мм	0,62	0,15	0,18	0,12	1,07	0,08	0,09	0,08	1,32

Продовження таблиці 3.13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
015 А	Фрезерна 1.Фрезерувати шліці в розмір 5x1.25x9g ГОСТ 6033-80	3,9	0,35	0,28	0,36	4,89	0,18	0,19	0,14	5,4
	Б 2.Фрезерувати шпоночний паз довжиною 60мм глибиною 6мм	1,7	0,23	0,32	0,34	2,59	0,12	0,11	0,08	2,9
020	Вертикально- свердлильна Свердлити отвір Ø 10H14 на глибину 2мм	0,17	0,25	0,28	0,26	0,96	0,08	0,09	0,13	1,26

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1. Заходи з основи охорони праці.

До основного технологічного обладнання потокової лінії виробництва черневих сортів хліба на хлібозаводі ТОВ «Агробізнес» належать: просіювач борошна, насоси для води та харчових рідин, тістомісильна машина, тістоділильна машина, тістозаокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, розстійна шафа, стрічкові транспортери та хлібопекарська піч. Безпечна експлуатація зазначеного обладнання регламентується вимогами НПАОП 15.8-1.27-02 «Правила безпеки для виробництва хліба, хлібобулочних та макаронних виробів».

Основним чинником небезпеки [21] при використанні просіювачів борошна є висока імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також займання і вибуху борошняного пилу у повітрі. З огляду на це просіювач підлягає обов'язковому заземленню, а приміщення повинне бути забезпечене ефективною припливно-витяжною вентиляцією для видалення завислих частинок борошняного пилу. Усі елементи приводного механізму просіювача закриваються захисними кожухами.

Під час роботи просіювача відбувається обробка легко електризованих матеріалів, унаслідок чого обслуговуючий персонал може зазнавати впливу електростатичного поля (ЕП). Гранично допустима напруженість електростатичного поля на робочому місці нормується відповідно до ДСНІП 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів». Напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати: при тривалості впливу до 1 год — 60 кВ/м; при тривалості від 1 до 9 год — відповідно до нормативної залежності, але не більше 60 кВ/м.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Макаренков М.С.			4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.			Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Кравець О.І.								79	
Консульт.		Окіпний І.Б.						МОЗ-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

Технологічні місткості та резервуари повинні насамперед забезпечувати повну герметичність. Підтікання рідин є неприпустимим, оскільки спричиняє додаткові небезпечні фактори для персоналу: ковзання підлоги, підвищену вологість, підвищений ризик падіння та отримання травм, а також ураження електричним струмом. Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, що унеможливило випадкове падіння в них персоналу; обов'язковим є встановлення захисних огорож по периметру. Перед заповненням продуктом і після його вивільнення місткості підлягають обов'язковому миттю та дезінфекції.

Технологічні трубопроводи також повинні забезпечувати герметичність з'єднань і відповідати вимогам до харчового обладнання. Підтікання в місцях з'єднань не допускається з тих самих причин, що й для місткостей.

Безпечна експлуатація відцентрових насосів передбачає якісне складання та точне дотримання вимог монтажу. При збиранні насосів ретельно встановлюють ущільнювальні прокладки, кільця та манжети. Основними шкідливими і небезпечними факторами при роботі насосів є вібрація та ризик ураження електричним струмом внаслідок підвищеної вологості. Для усунення цих ризиків передбачається встановлення віброізоляційних підкладок та надійне захисне заземлення. Величина вібрації нормується відповідно до ДСН 3.3.6.039-99. Витік рідини крізь ущільнення під час роботи насоса не повинен перевищувати нормативних значень для даного типу конструкції. Робота на несправному насосі — при задіванні робочих органів за корпус або кришку, підвищеній вібрації чи шумі — категорично забороняється.

Тістомісильна машина являє собою корито з місильним органом на електричному приводі. Для безпечної експлуатації необхідно забезпечити надійне захисне заземлення машини відповідно до вимог ПУЕ; усі рухомі елементи — місильні органи, ланцюгові та пасові передачі — повинні бути закриті захисними кожухами.

Тістоділильна машина, тістозаокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач і розстійна шафа є складними системами з електричною та механічною частинами. Для забезпечення безпечної експлуатації передбачають: заземлення

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричної частини; встановлення захисних кожухів на всіх елементах приводу та робочих органах; монтаж дерев'яних діелектричних підставок для обслуговуючого персоналу на робочих місцях. Наявність кількох рухомих вузлів обумовлює виникнення вібрації, рівень якої повинен відповідати вимогам ДСН 3.3.6.039-99; для забезпечення цього передбачають застосування віброізоляційних елементів.

При експлуатації стрічкових транспортерів необхідно виключити будь-який фізичний контакт персоналу з рухомими елементами — стрічкою, роликами, приводними механізмами. Це досягається встановленням захисних огорож і кожухів. При розміщенні транспортерів витримують такі мінімальні відстані: між стіною та поздовжньою стороною транспортера — не менше 0,7 м; між двома паралельно розміщеними транспортерами — не менше 0,9 м. При стрічці завширшки понад 600 мм з протилежного боку від стіни залишають прохід не менше 0,4 м.

При експлуатації хлібопекарської печі ФТЛ-2-66 суттєву небезпеку становить термічний травматизм персоналу. Відповідно до вимог НПАОП 15.8-1.27-02 температура вільних для дотику зовнішніх поверхонь обладнання не повинна перевищувати 45°C. З метою забезпечення нормальних умов праці застосовують теплоізоляцію корпусних елементів; в окремих випадках допускається використання термозахисних рукавиць за ДСТУ EN 407:2017 (рукавиці захисні від теплових ризиків). При роботі печі обов'язково виконуються такі правила безпеки:

До роботи допускаються виключно особи, які ознайомлені з принципом дії печі, пройшли відповідний інструктаж та перевірку знань з охорони праці.

Перед початком роботи необхідно переконатися у справності печі, наявності заземлення та цілісності захисних огорож.

Чищення і змащування механізмів під час роботи печі категорично забороняється.

Забороняється експлуатація печі без захисних огорож ланцюгових і зубчастих передач.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Категорично забороняється робота без захисного заземлення; піч повинна бути заземлена відповідно до вимог ПУЕ та НПАОП 40.1-1.01-97.

При зупинці печі на тривалий час, для проведення ремонту або перевірки електрообладнання піч відключають від електромережі з вивішуванням попереджувального плаката.

Категорично забороняється використання водопідігрівачів для роботи під надлишковим тиском понад розрахунковий.

Технологічне обладнання та апаратура харчового виробництва повинні бути пофарбовані зовні фарбами світлих тонів, що не містять шкідливих домішок. Фарбування посуду та інвентарю фарбами, що містять свинець, кадмій або сполуки хрому, не допускається. Усі деталі, що контактують із сировиною або готовою продукцією, повинні виготовлятися з матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами, і мати гладкі внутрішні поверхні без щілин, виступаючих болтів і заклепок, що утруднюють санітарну обробку.

Розміщення технологічного обладнання здійснюється відповідно до технологічної схеми з дотриманням потоковості виробничого процесу та виключенням зустрічних потоків сировини і готової продукції. При монтажі нового обладнання забезпечують такі мінімальні розміри проходів: основні проходи в місцях постійного перебування персоналу — не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів — не менше 1,0 м; проходи для огляду та регулювання апаратів — не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів без необхідності регулювання — не менше 0,7 м; ширина головних проїздів між механізованими лініями — не менше 2,4 м; розриви між окремими машинами в одному ряду — не менше 0,35 м.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». У виробничих приміщеннях перевага надається природному освітленню: світловий коефіцієнт (СК) повинен становити від 1:6 до 1:8; у побутових приміщеннях — не менше 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) встановлюється з урахуванням характеру праці та

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівня зорового навантаження. При недостатньому природному освітленні застосовують штучне — переважно з використанням люмінесцентних ламп або світлодіодних світильників. У приміщеннях з важкими умовами праці або без постійних робочих місць допускається використання ламп розжарювання. Штучне освітлення виконується загальним у всіх цехах і приміщеннях; у виробничих зонах при необхідності доповнюється місцевим або комбінованим освітленням.

Механічні небезпеки, пов'язані з рухомими елементами обладнання, є одними з найпоширеніших на переробних підприємствах і нормуються ГОСТ 12.0.003-74, ГОСТ 12.4.125-83 та НПАОП 0.00-1.07-94. До таких елементів належать ланцюгові та пасові передачі, відкриті зубчасті передачі приводів технологічного обладнання. Найбільш ефективними заходами захисту є: унеможливлення вільного доступу до небезпечних зон за рахунок встановлення кожухів і огорож; застосування кінцевих електричних контактних датчиків і систем фотоелектричного блокування, що автоматично знеструмлюють привід у разі відкриття або демонтажу захисного кожуха. Секції агрегатів обладнуються дверцятами, що легко відчиняються, та запобіжними пристроями, які забезпечують свободу дій операторів і виключають травматизм при технічному обслуговуванні.

4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Правові засади захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій в Україні визначаються Кодексом цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI (із змінами), який замінив застарілий Закон «Про цивільну оборону» 1993 року та об'єднав у єдину систему всі попередні механізми реагування на надзвичайні ситуації. Відповідно до Кодексу громадяни мають право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших надзвичайних ситуацій і можуть вимагати від органів державної влади та місцевого самоврядування забезпечення реалізації цього права.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Держава як гарант зазначеного права створює Єдину державну систему цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка забезпечує захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру. Система цивільного захисту є сукупністю органів управління, сил і засобів, що створюються для організації захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій. Заходи цивільного захисту поширюються на всю територію України та всі верстви населення; їх організація здійснюється за територіально-виробничим принципом.

Основними завданнями цивільного захисту є:

— запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, а також запровадження заходів щодо зменшення матеріальних збитків і втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;

— захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій і застосування засобів масового ураження;

— організація життєзабезпечення постраждалого населення під час надзвичайних ситуацій і в умовах воєнного стану;

— організація та проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (АРИР) у зонах надзвичайних ситуацій і осередках ураження.

Керівництво цивільним захистом хлібозаводу ТОВ «Агробізнес» здійснює керівник підприємства, який відповідно до Кодексу цивільного захисту України зобов'язаний розробити та затвердити план реагування на надзвичайні ситуації (або Інструкцію щодо дій персоналу — для підприємств з чисельністю до 50 осіб), а також забезпечити його виконання.

Захист сировини і готової продукції, усунення аварій та наслідків надзвичайних ситуацій здійснюється силами формувань цивільного захисту підприємства: групою знезараження, аварійно-технічними ланками, підрозділом пожежегасіння та санітарними постами. Загальна чисельність особового складу невоєнізованих формувань підприємства становить 67 осіб. Формування

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

укомплектовані особовим складом та табельним майном відповідно до затверджених штатів.

Крім невоєнізованих формувань підприємство має пересувну радіологічну лабораторію на шасі автомобіля, укомплектовану вимірювальними приладами: КРК-1-01, КРБ-1-01, РУП-01-П6, ДП-5, СРП-68-01. Лабораторія здійснює щоденний радіологічний контроль сировини та готової продукції.

При виникненні надзвичайної ситуації першочергово вирішуються завдання термінового захисту населення, запобігання розвитку або зменшення впливу НС, а також підготовки та проведення АРІНР. З цією метою виконуються такі заходи: оповіщення персоналу і населення про небезпеку або загрозу її виникнення; евакуація людей з небезпечних зон; застосування засобів індивідуального та колективного захисту; локалізація аварії, зупинка або зміна технологічного процесу; попередження і гасіння пожеж; приведення в готовність органів управління, сил і засобів для проведення рятувальних робіт; ведення розвідки в осередках ураження та оцінка ситуації.

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи розпочинаються негайно в міру готовності сил і засобів та ведуться безперервно з необхідною ротацією рятувальників і ліквідаторів при суворому дотриманні вимог техніки безпеки. Метою АРІНР є усунення безпосередньої загрози життю і здоров'ю людей, відновлення систем життєзабезпечення, а також запобігання або суттєве зменшення матеріальних збитків.

До рятувальних робіт належать: розвідка маршрутів руху сил, визначення обсягу руйнувань і меж зон зараження, напрямку поширення небезпечних факторів; локалізація і гасіння пожеж на маршрутах руху і ділянках робіт; пошук постраждалих та їх звільнення з-під завалів, із пошкоджених і задимлених будівель; розкриття захисних споруд і евакуація людей з них; надання постраждалим першої домедичної допомоги та їх евакуація до медичних закладів; вивезення або виведення населення з небезпечних зон у безпечні райони; санітарна обробка уражених; знезараження одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, техніки та території; соціально-психологічна реабілітація постраждалих.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До невідкладних робіт належать: прокладання колонних шляхів і облаштування проїздів у завалах та на зараженій території; локалізація аварій на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах; ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв'язку; зміцнення або демонтаж конструкцій, що загрожують обваленням і перешкоджають безпечному веденню рятувальних робіт.

АРІНР здійснюються у три етапи. На першому етапі вирішуються завдання екстреного захисту населення: оповіщення про небезпеку, застосування засобів захисту, дотримання режимів поведінки, евакуація з небезпечних зон, здійснення санітарно-гігієнічної та протиепідемічної профілактики, локалізація аварії, зупинка або зміна технологічного процесу, попередження і гасіння пожеж. На другому етапі проводяться безпосередні рятувальні роботи: пошук і витягування постраждалих, надання медичної допомоги, евакуація з зони лиха, санітарна обробка людей, знезараження майна та техніки. На третьому етапі здійснюється відновлення нормального функціонування підприємства: ліквідація залишкових наслідків НС, відновлення пошкодженої інфраструктури, оцінка збитків і складання відповідної документації.

Для ліквідації наслідків хімічного зараження та проведення АРІНР в осередок ураження в першу чергу вводяться санітарні дружини, формування радіаційного і хімічного захисту, охорони громадського порядку. Особовий склад формувань забезпечується засобами індивідуального захисту органів дихання і шкіри, антидотами та індивідуальними протихімічними пакетами (ПП-11) і проходить підготовку до дій в осередку ураження. В осередку хімічного ураження насамперед надається допомога потерпілим: здійснюється сортування за тяжкістю ураження та організовується евакуація до медичних установ; на уражених надягаються протигази, вводяться антидоти, надається перша домедична допомога. Формування знезараження проводять дегазацію проїздів, переходів, споруд і техніки, що забезпечує дії інших підрозділів і безпечний вихід населення з осередку ураження.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазначені способи і засоби захисту повинні впроваджуватись на всіх переробних підприємствах харчової промисловості з урахуванням специфіки виробничих небезпек та вимог Кодексу цивільного захисту України, що забезпечить надійне функціонування підприємства в умовах надзвичайних ситуацій будь-якого характеру.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У кваліфікаційній роботі розроблено комплекс технічних заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування тістомісильної машини марки МТ-200, що застосовується на підприємствах хлібопекарської промисловості.

У процесі виконання роботи вирішено такі задачі.

Проведено аналіз умов роботи, технічних характеристик та конструктивних особливостей тістомісильної машини МТ-200. Встановлено, що машина належить до класу обладнання періодичної дії з механізмом примусового обертання підкатної діжі місткістю 330 л, потужністю електродвигуна 4,7 кВт та частотою коливань місильного важеля $43/65 \text{ хв}^{-1}$. Виконано огляд і порівняльний аналіз сучасних аналогів — спіральних, вилкових та важільних тістомісів різних виробників.

Виконано структурний та кінематичний аналіз машини МТ-200, визначено кінематичні параметри її механізмів.

Розроблено заходи з монтажу тістомісильної машини: визначено склад такелажних пристосувань, розроблено порядок строповки та підйому машини, встановлено послідовність вивірки та центрування на фундаменті, сформовано перелік необхідних матеріалів та інструменту.

Розроблено технологічний процес виготовлення вала передаточного механізму зі сталі 40 ГОСТ 1050–89.

Розроблено заходи з охорони праці при експлуатації обладнання потокової лінії виробництва хлібобулочних виробів відповідно до вимог НПАОП 15.8-1.27-02 та інших чинних нормативних документів. Визначено заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях відповідно до Кодексу цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI.

					<i>КРБ 067.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Макаренков М.С.</i>			<i>Висновки</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						88	
					<i>МОЗ-41</i>		

Перелік посилань

1. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». Тернопіль : ФОП Паляниця, 2024. 48 с.

2. Самойчук К. О. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі / К. О. Самойчук та ін. Мелітополь : Видавничий будинок ММД, 2021. 372 с.

3. Технологічне обладнання для виробництва виробів з борошна : навчальний посібник. Ч. 1 : Хлібопекарське виробництво / Ю. Г. Сухенко, І. Я. Стадник, В. П. Василів, В. Ю. Сухенко ; за ред. Ю. Г. Сухенка. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2015. 388 с.

4. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв : підручник / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І. М. Литовченко та ін. ; за ред. О. Т. Лісовенка. Київ : Наукова думка, 2000. 284 с.

5. Черевко О. І., Михайлов В. М., Бабкіна І. В., Ляшенко Б. В., Шевченко А. О., Михайлова С. В. Технологічне обладнання малих харчових та переробних виробництв. Частина 3. Технологічне обладнання малих хлібопекарських і макаронних виробництв : навчальний посібник : у 3 ч. Харків : Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2013. 96 с.

6. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / за ред. І. С. Гулого. Вінниця : Нова книга, 2001. 576 с.

7. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних підприємств. Київ : Вища освіта, 2005. 240 с. (Примітка: у вихідних даних не було кількості сторінок, бажано уточнити).

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік посилань		
Розроб.		Макаренков М.С.					
Перевір.		Кравець О.І.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						89	
					МОЗ-41		

8. Ворощук В. Я., Вітенько Т. М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 164 с.

9. 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. / під ред. Г. В. Дейниченко. Харків : ХДУХТ, 2019. С. 108–109.

10. Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.

11. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підручники і посібники, 2023. 240 с.

12. Кіркач Н. Ф., Баласанян Р. А. Розрахунки і проектування деталей машин. Харків : Основа, 1991. 275 с.

13. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Київ : Вища школа, 1993. 556 с.

14. Мирончук В. Г. та ін. Монтаж та технічний сервіс обладнання : навчальний посібник / за ред. В. Г. Мирончука. Київ : НУХТ, 2017. 162 с.

15. Ялпачик В. Ф. та ін. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств. Мелітополь : Таврійський державний агротехнологічний університет, 2014. 235 с.

16. Заплетніков І. М., Мирончук В. Г., Кудрявцев В. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв. Київ : Центр учбової літератури : Кафедра, 2016. 344 с.

17. Григурко І. О., Брендуля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2011. 770 с.

18. Дячун А. Є., Капаціла Ю. Б., Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г. «Технологія обробки типових деталей та складання машин» : методичний посібник з виконання курсового проекту. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Структура технологічного процесу ремонтного виробництва : методичні вказівки з дисципліни «Технологія ремонту та відновлення деталей машин» для практичних занять і самостійної роботи студентів всіх форм навчання та дистанційної освіти / уклад.: Д. Л. Радик, І. Г. Ткаченко, М. Д. Радик. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 56 с.

20. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / уклад.: М. І. Пилипець, І. Г. Ткаченко, М. Г. Левкович, В. В. Васильків, Д. Л. Радик. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

21. Одарченко М. С., Одарченко А. М., Степанов В. І., Черненко Я. М. Основи охорони праці. Харків : Стиль-Издат, 2017. 334 с.

					КРБ 067.00.00.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		