МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет)__Навчально-науковий Інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»		**«До захисту допущено»**	
Директор інституту(декан факультету)		Завідувач кафедри	
_____	Сергій БЛАЖЕНКО	_____	Микола ЯКИМЧУК
(підпис)	(ім'я та прізвище)	(підпис)	(ім'я та прізвище)
«___» _____ 20__р.		«___» _____ 20__р.	

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності_____133 «Галузеве машинобудування»_____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Обладнання переробних і харчових виробництв на тему Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв

Виконав: здобувач__IV__ курсу, групи 4-2
Твердохліб Анастасія Ігорівна

Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач_____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого*
Кафедра *Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування*
Освітній ступінь *бакалавр*
Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(шифр і назва)
Освітня програма *«Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Микола ЯКИМЧУК
(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)
«____» _____ 20___ року

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

Твердохліб Анастасії Ігорівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв

керівник роботи Олішевський Валентин Вікторович, проф., докт. тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від « » 2023 р. № -кс

2. Строк подання здобувачем роботи 30.05.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи *1. Технічний паспорт обладнання.*
2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне обґрунтування, соціальне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, будова та принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. система управління , опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуш; Технологія машинобудування – 1 аркуш.*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультантів	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування			

7. Дата видачі завдання: 17.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів*	26.04.2023	
2	*Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі*	29.04.2023	
3	*Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.*	04.05.2023	
4	*Характеристика вихідної сировини і готового продукту*	07.05.2023	
5	*Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.*	11.05.2023	
6	*Вибір конструкційних матеріалів*	14.05.2023	
7	*Розрахункова частина*	18.05.2023	
8	*Технологічний маршрут виготовлення деталі*	20.05.2023	
9	*Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. Система управління*	21.05.2023	
10	*Опис системи управління*	22.05.2023	
11	*Заходи щодо охорони праці, екології*	26.05.2023	
12	*Висновки,*	26.05.2023	
13	*Графічна частина: 5 аркушів формату А3*	27.05.2023	
14	*Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі*	29.05.2023	
15	*Подача ДП на кафедру*	10.06.2023	

Здобувач _____ Анастасія ТВЕРДОХЛІБ
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Валентин ОЛІШЕВСЬКИЙ

Анотація

Дипломний проект на тему: «Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв» виконаний відповідно до виданого завдання.

Тістоділильна машина А2-ХТН встановлена на повністю механізованій лінії з виробництва хліба і макаронних виробів. Вона служить для підвищення продуктивності лінії та раціоналізації виробничого процесу. Як і у будь-якої машини, у неї є як позитивні, так і негативні сторони.

Зроблено аналіз сучасного обладнання для ділення тіста, вибір і обґрунтування основних напрямків експериментальних досліджень процесу нагнітання тіста в робочій камері тістоділильної машини марки А2-ХТН.

Основним недоліком є обмежений поділ інших видів тіста. За адгезійних властивостей тіста відбувається вплив лопаті на поділку.

Розглянуто шляхи вдосконалення тістоподільної машини марки А2-ХТН. Він грунтується на зміні конструкції нагнітальної лопаті.

Тому, конструктивні параметри нагнітальних лопатей призначені для дослідження та вдосконалення. Тому актуальним є модернізація конструкції нагнітальних лопатей тістоділильної машини А2-ХТН.

Abstracts.

The A2-KHTN dough dividing machine is installed in complex mechanical bread and pasta production lines. It performs functions to increase line productivity and efficiency of production processes. Like any machine, in addition to its positive characteristics, it also has disadvantages. The main drawback in its operation is the limited ability to separate other types of dough. The impact of the blade on the separation occurs due to the adhesive properties of the dough. Therefore, the design parameters of the injection blade are aimed at research and improvement. Therefore, it is relevant to modernize the design of the discharge blade of the dough dividing machine A2-KTN.

Відповідальна організація **НУХТ**	*Технічне узгодження* Олішевський В.В.	*Вид документа* **Пояснювальна записка**	*Статус документа*
Власник документа **НУХТ**	*Розробник документа* Твердохліб А.І.	*Назва, додаткова назва* **Анотація**	192006.КП.17.000.ПЗ
	Документ затверджено Якимчук М.В.		*Інд. змін.* / *Дата видання* / *Мова* **UA** / *Аркуш* 1/1

ВСТУП

Хлібопекарська галузь являється найбільш поширеною в Україні. Основними напрямками розвитку хлібопекарської галузі наступні:

- Реконструкція та модернізація заводу та обладнання;
- Впровадження нових та вдосконалених технологій виробництва хлібобулочних виробів;
- Збільшення асортименту та покращення якості хлібобулочних виробів;
- Широке використання контрольно-вимірювальних приладів та автоматики на виробництві

Невеликі хлібопекарські підприємства користуються попитом в умовах ринкової економіки. У цьому контексті підвищення ефективності технічного обладнання та зниження енерго споживання має велике значення, а розробка мало габаритного технічного обладнання для малих підприємств є актуальним завданням. Як видно з аналізу, існуючі конструкції тістоподільних машин, за рідкісним винятком, були створені багато років тому і пройшли ряд промислових випробувань. Теоретичні дослідження показали, що в багатьох з них є різні відхилення від вимог раціонального режиму, що виражаються в недоліках продуктивності і робочого процесу.

При розробці тістоподільних машин важливо забезпечити легкий і зручний процес розбирання для очищення тіста і змащення поверхонь компонентів ділильної головки і робочої камери. Для підвищення точності поділу і експлуатаційної надійності важливо забезпечити хорошу роботу стабілізатора тиску в камері стиснення, а також раціональну форму робочого органу при подачі тіста в мірну і сепаруючу камери.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП…….

1.ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ……

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКУ……..

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ…….

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ…….

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА……

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ…….

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ……

9. Опис системи управління……..

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ……..

ВИСНОВКИ…….

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В.В.	Вид документа **Пояснювальна записка**		Статус документа	
Власник документа **НУХТ**	Розробник документа Твердохліб А.І.	Назва, додаткова назва **Зміст**	192006.КР.08.000 ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В..		Інд	Дата видання	Мова **UA** / Аркуш 1/1

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ

Тістоподіл – це процес поділу тіста на шматки фіксованої ваги за допомогою тістоподільних машин різних конструкцій і виробників. Він відіграє важливу роль у технологічному циклі виробництва хлібобулочних виробів. Певною мірою це пов'язано з економічним благополуччям підприємства, так як відхилення ваги виробу в бік збільшення може призвести до надмірних витрат готового продукту, тобто до економічних втрат, тоді як відхилення в бік зменшення може призвести до проблем у відносинах з контролюючими органами та споживачами продукції, а отже, до економічних збитків.

Про технічний рівень і культуру виробництва на конкретному підприємстві можна судити за точністю поділу тістових заготовок і кількістю тістових відходів.

Точність поділу заготовок і кількість тістових відходів залежать не тільки від технічного стану технологічного обладнання, тобто ступеня зносу та роботи основних елементів, а й від технічних параметрів тіста, а саме, його вологості, складу і т.д.

Тістоділильні машини вважаються найскладнішим технічним обладнанням хлібопекарських підприємств через свої конструктивні особливості.

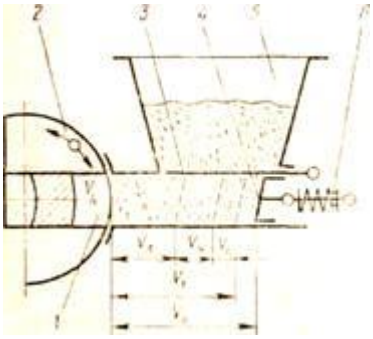
Показники, які гарантують правильну роботу тістоділильної машини, є постійний об'єм тістових заготовок і ступінь стискання. Ступінь ущільнення (стискання) тіста на початку швидко зростає до досягнення тиску 0,1 МПа (1 кг/см2), а потім зменшується. Згідно зі стандартом, розподіл тіста повинен здійснюватися з точністю дозування не більше 2-3,5% з урахуванням його властивостей.

Підчас робочого циклу на тістоділильних машинах виконуються наступні операції: завантаження тіста в робочий бункер, стиснення тіста до робочого тиску, перевантаження тіста в робочий бункер, завантаження тіста в дозуючий бункер, вирівнювання тиску, розподіл дозованих шматків тіста і повернення надлишку тіста в приймальний бункер. Ці операції можуть поєднуватися, чергуватися або невиконуватися взагалі, в залежності від використовуваного методу. Поєднання цих операцій формує робочий процес тістоділильної машини.

Огляд існуючих конструкцій машин

Тістоділильні машини поділяються на дев'ять груп:

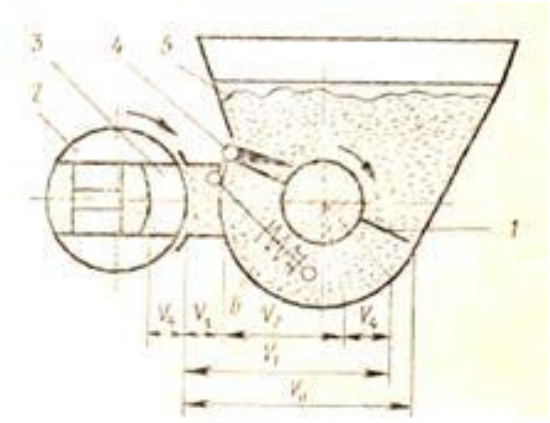
1. Тістоділильні машини з поршневим нагнітачем і ділильною головкою (Рис.1) наприклад: СД, ХТД, РМК, "Кооператор"(СРСР), Multimat, Parta, Universal (Німеччина), Day, Ideal (США). Тісто в даних машинах нагнітається завдяки прямокутного поршня. Стабілізація тиску досягається за допомогою пружин або ж гідравлічних демпферів. Ділільні головки найчастіше багатокишенькові з плаваючим поршнем та механічним виштовхувачем. Буферні ємності досить великі за розміром.



1 – мірна камера; 2 - ділильна головка; 3 – заслінка; 4 - нагнітаючий поршень; 5 - приймальна лійка; 6 - стабілізатор тиску

Рис. 1- Принципова схема тістоділильної машини з поршневим нагнітачем і ділильною головкою.

2. Тістоділильні машини з лопатевим нагнітачем, розроблені у вигляді поворотної лопаті встановлені на валу та повертально діяльною головкою (рис. 2). Вони являють собою відносно нові машина.



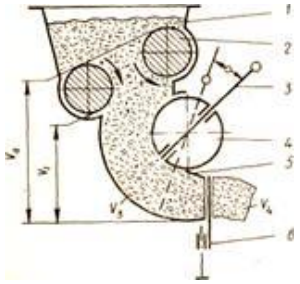
1 - нагнітальна лопать; 2 - ділильна головка; 3 – мірна камера; 4 - відсікаюча демпфуюча заслінка; 5 - приймальна лійка; 6 - стабілізатор тиску

Рис. 2 - Принципова схема тістоділлювальної машини з лопатевим нагнітачем (нерухома лопать) і ділильною головкою.

А2-ХТН розроблена співробітниками УкрНДІпродмашу. Цей тістоподілювач відкриває нові напрямки в розробці. Тиск в робочій камері стабілізується пружинним демпфером, з'єднаною з важелем на ріжучій кришці. Ділильна голівка двокишенькова і має два плаваючих поршня, які переміщуються під дією тиску тіста.

3. Тістоділильні машини з додатковою вібраційною лопатевою повітродувкою і роликовим живильником без ділильної головки (рис.3). Тістові заготовки розділяються шляхом розрізання ножем тістової маси, яка видавлюється за допомогою мундштука. До таких машин відносяться нові тістоподілювачі, що випускаються в ряді зарубіжних країнах: "Diva", "Ultima"(Німеччина), "Socha"(Югославія), "S-70"(Угорщина) та ін. Ця група машин характеризується відносно м'яким впливом на тісто, низьким тиском у робочій камері, високою точністю поділу і низьким енергоспоживанням. Але

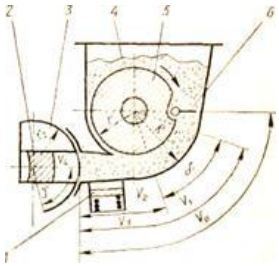
їхня конструкція складна, а численні зубчасті та важільні механізми швидко зношуються.



1 - приймальна лійка; 2 - нагнітальний валик; 3 - прибиральна лопата; 4 – поворотний барабан; 5 – мундштук; 6 - відсікаючий ніж

Рис. 3 - Принципова схема тістоділильної машини з лопатевим нагнітачем (лопать знімається) без ділильної головки.

4. Тістоподілювачі з лопатевими нагнітачем мають вигляд обертового барабана зі знімними лопатями і тістовою головкою з механічним приводом для дозуючого поршня. Ці машини все ще використовуються в промисловості, але вони мають значні переваги і безумовно, було б корисно знати про них (рис.4).

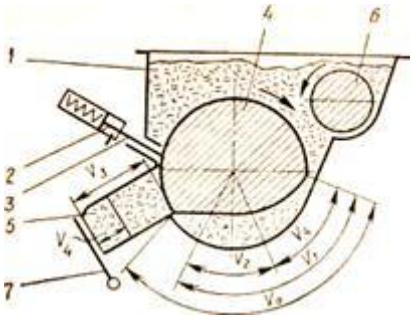


1-стабілізатор тиску; 2 – мірний поршень; 3 - ділильна головка; 4 - приймальна лійка; 5 - барабан, що обертається; 6 - лопать, що прибирається

Рис. 4 - Принципова схема тістоділлювальної машини з лопатевим нагнітувачем (роторні лопаті знімаються) і ділильною головкою.

5. Тістоділильні машини безділильної головки з роторним нагрівачем і додатковим валком. Дані машини відрізняються тим, що нагнітач виготовлений у вигляді ротора зі специфічною формою вирізу, який використовується для подачі і нагнітання тіста. До цієї групи також належать нещодавно розроблені машини, які захищені авторськими правами або

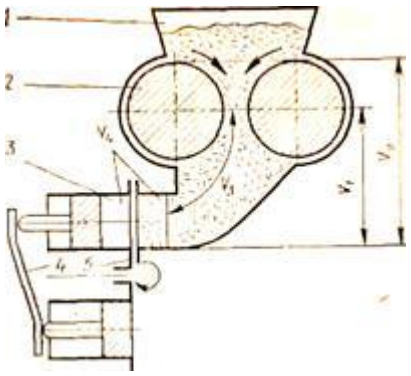
патентами, але поки не набули практичного застосування в промисловості. Ці машини поєднують в собі легку для роботи конструкцію і простоту використання, оптимізовані робочі процеси і високу продуктивність (рис. 5).



1- приймальна лійка; 2 - обмежувач ходу заслінки; 3 - пружна відсікаюча заслінка; 4-роторний нагнітач; 5 – буферна камера; 6 – поживний валик; 7 - відсікаючий ніж

Рис. 5 - Принципова схема тістоділлювальної машини з роторним нагнітачем без ділильної головки.

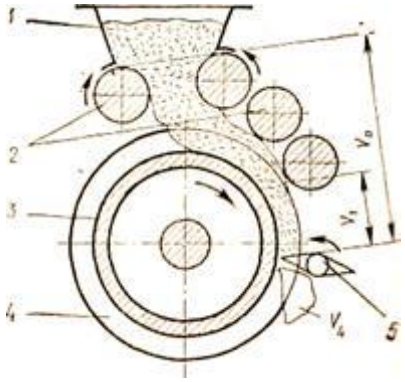
6. Тістоділильні машини з валковим нагнітачем та ділильною головкою: наприклад, системи ХДВ, РТ-2, RMC, Celicai, HLS-9. Тиск, що створюється нагнітачем в робочій камері, залежить від діаметра і відстані між валками. Зазвичай машина працює без стабілізатора тиску. Головка камери є багато кишеньковою, але зазвичай має лише одну кишеню під наповнювач (рис.6).



1 - приймальна лійка; 2 - нагнітальний валик; 3 – мірна камера; 4 – механізм регулювання ходу поршня; 5 - ділильна головка

Рис. 6 - Принципова схема тістоділлювальної машини з валковим нагнітачем та ділильною головкою.

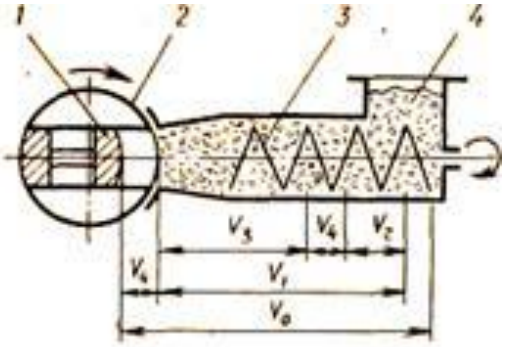
7. Тістоподілювачі з валковими нагнітачами і тістоподілювачами без ділильних головок (рис.7), наприклад, багато рукавні тістоподілювачі FATV(Німеччина), Gefra(Нідерланди). Вони використвуються для виробництва дрібноштучних виробів з борошна. У даних машинах тісто формується за рахунок методу розкатки, і його міцність подібна до міцності тіста під тиском у зачиненій камері. Дрібні шматочки відокремлюються від прокатної стрічки за допомогою обертових ножів. Тістоподільні машини оснащені власними багаторухомими округлювачами, після чого послідовно виробляється відчотирьох до шести шт. заготовок.



1 - приймальна лійка; 2 - валки, що нагнітають; 3 - формує барабан; 4 реборда барабана; 5 - відсікаючий ніж

Рис. 7 - Принципова схема тістоділильної машини з валковим нагнітачом і пристроєм, що прокатує, без ділильної головки.

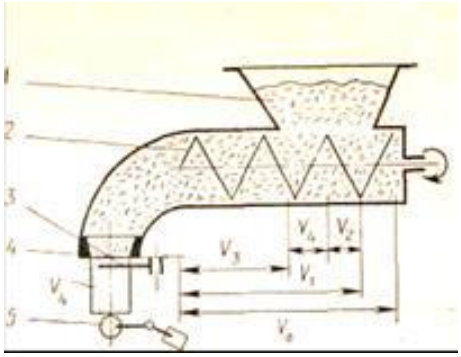
8. Тістоділильна машина зі шнековим нагнітачем і поворотною ділильною головкою (рис.8): ХДФ-2М, «Кузбас» інші, використовуються для поділу житнього, житньо-пшеничного і пшеничного тіста з борошна другого сорту. Тісто нагнітається за допомогою одного або двох шнеків, стабілізатор тиску відсутній, ділильна головка-барабанного типу з парою плаваючих поршнів, що приводяться в рух тиском тіста.



1 - мірний поршень; 2 - ділильна головка; 3 - нагнітаючий шнек; 4 - приймальна вирва

Рис. 8 - Принципова схема тістоділильної машини зі шнековим нагнітачем та ділильною головкою.

9. Тістоділильні машини з шнековими нагнітачами без ділильних головок (рис.9): Циліндричні типу ХДР і Roboter. Ця група машин має значно нижчу точність поділу тіста, ніж попередні, але має слабший вплив на тісто і потребує значно менше енергії для роботи машини.



1 - приймальна лійка; 2 - шнеки, які нагнітають (2 шт.); 3 - відсікаючий ніж; 4 – мундштук; 5 - ролик, який включає привід

Рис. 9 - Принципова схема тістоділильної машини з шнековим нагнітачем без ділильної головки.

2. Техніко – економічне та соціальне обґрунтування

Інформаційні аспекти побудови систем управління процесом поділки тіста на заготовки

Динаміка складних систем, їх розробка та впровадження є однією з найскладніших проблем. Ця проблема поширюється і на тістоділильні машини. Всі відомі підходи до розрізання тіста чітко пов'язані зі складними інформаційними системами. У інтегрованому інформаційному середовищі нарізка тіста є однією з базових концепцій. Цією базовою концепцією є реологічна модель.

Будь – який технологічний процес передбачає прийняття рішень. Вони базуються за рахунок інформації з різних джерел. Ця інформація повинна бути повністю заснована на даних. Дані- це основний рівень інформації.

На основі кількості даних повинні прийматися рішення з наступних питань:

- які дані процесу можна виміряти;
- на скільки вони важливі;
- яким чином та як вони між собою пов’язані;
- наскільки достовірні джерела отримання цих даних.

Щоб організувати управління даними, необхідно відповісти на низку запитань:

- визначити найголовніші пріоритети;
- як будуть збиратися і зберігатися дані;
- як будуть проаналізовані;
- як відбуватиметься прийняття рішеннь;
- як відбуватиметься контроль виконання рішень
- проведення аналізу та їх наслідки;
- яким чином визначені успішні рішення.

Дане комплексне вирішення питання потребує всієї необхідної сукупності інформаційних зв’язків. Цьому слугує інформаційна модель процесу. За базовими принципами: формулювання мети; суб’єкт моделювання; одна точка зору. Після отримання моделі майбутньої системи провести процес перетворення даних у інформацію. Тому вживана та перспективна група є статистичні методи. Вони умовно розподілені на прості та методи математичної статистики, що пов’язано із:

Таке комплексне рішення потребує всіх необхідних інформаційних зв'язків. Для цього використовується інформаційна модель процесу. Основними принципами є формулювання цілей, суб’єкт моделювання і перспективи. Після отримання моделі майбутньої системи здійснюється процес конвертації даних в інформацію. Тому статистичні методи є перспективною групою широко використовуваних методів. Вони умовно поділяються на прості статистичні методи та методи математичної статистики:

- складність технології, кількість і варіативність контрольованих параметрів;

- вимоги до якості тістових заготовок;

- вимогидо якості тістових заготовок.

- вимоги до виробництва хлібобулочних виробів;

- комп'ютеритапоширеннякомп'ютернихтехнологій;

-обробка та відображення великих обсягів інформації

- зміни в характері технологій, процесів та обладнання:

-аналіз інформаційних потоків; перетворення інформації для ефективної обробки.

Різноманітні методи, плани та техніки спрямовані на покращення якості зі спільними принципами та цілями, які є основними орієнтирами для досягнення успіху. У хлібопекарській промисловості скорочення тривалості технологічного процесу є впливовим фактором. Це також включає в себе

поліпшення якості борошна і зниження технологічних витрат. Тому вплив механічної обробки тіста під час поділу тіста відіграє важливу роль. Це підтверджено численними дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених. Водночас, відсутність більш інноваційних тістороздільювачів сповільнює цей процес. Їх робота повинна гарантувати інтенсивну механічну обробку тіста.

Аналіз інформації в Розділі1 дозволить порівняти та оцінити схеми машин і методи поділу тіста з точки зору спрощення конструкції машини та обладнання. Такий підхід дає можливість виявити фактори, що визначають раціональне використання різних методіві схем. Це дасть можливість компонування та проектування різних типів тістоділильних машин. Питання вибору схеми машини нечасто розглядається при проектуванні технологічного обладнання. Також мало інформації про раціональну конструкцію робочого органу, де вибирається оптимальна швидкість.

Поточна ситуація в хлібопекарському секторі дозволяє виробникам експериментувати з новітніми тістороздільювачами. Виробники потребують гарантії, що їхні машини будуть працювати з тістом вологістю 40-45%;

- встановлення на підприємствах у технологічні схеми;
- простоту в обслуговуванні;
- надійність роботи і обслуговування.

Рекомендації що до розвитку вітчизняних хлібопекарських технологій та будівництва механізованих виробничих потужностей є актуальними для даної промисловості промисловості.

Приступаючи до модернізації тісто розділювальної машини, щоб вона відповідала вище зазначеним вимогам, необхідно прийняти низку фундаментальних рішень що до її конструкції. Проаналізувавши найкращі сучасні конструкції машин і застосувавши сучасні інженерні принципи, необхідно розробити нове конструктивне рішення. Дотримання та розробка вимог є запорукою успішної роботи технології інтенсивності набухання білка. Основною вимогою є утворення клейковини, яка неповинна бути

пошкоджена механічними впливами під час поділу тіста. Ці параметри пов'язані зі структурно-механічними властивостями напівфабрикату. Тому вони впливають на рецептурний склад і технологію випікання. То ж ці параметри восновному характеризуються послідовними операціями. Ефект операції визначається і встановлюється за результатом її впливу на загальний процес.

3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту

Основними інгредієнтами, що використовуються у виробництві хлібобулочних виробів, є борошно, вода, сіль і дріжджі, а другорядними – цукор, крохмаль, молочніпродукти,яєчніпродукти і жири.

Борошно пшеничне хлібопекарське

Борошно – це основний продукт, що виробляється із зернових культур. Пшеничне та житнє борошно здебільшого використовують у хлібопекарському виробництві. Харчова цінність та споживчі властивості борошна залежать від хімічного складу борошна, який, у свою чергу, залежить від хімічного складу зерна, з якого воно виготовлене. Середній хімічний склад борошна (у відсотках від сухої маси борошна) наведено в таблиці 3.1.

Серед інгредієнтів, що входять до складу борошна, найважливішими є:

Вуглеводи. Основна суха речовина борошна-крохмаль (80%). Він має властивості набухання та клейстеризації.

Таблиця 3.1.

Вид та сорт борошна		Білки	Крохмаль	Пентозани	Жир	Цукор	Клітковина	Зола
Пшенична	Вищий сорт	12,0	79,0	1,95	0,8	1,8	0,1	0,55
	1 сорт	14,0	77,5	2,5	1,5	2,0	0,3	0,75
	2 сорт	14,5	71,0	3,5	1,9	2,8	0,8	1,25
	Шпалерна	16,0	66	7,2	2,1	4	2,3	1,9
Житня	Сієна	9	73,5	4,5	1,1	4,7	0,4	0,75
	Обдерна	10,5	67	6	1,7	5,5	1,3	1,45
	Шпалерна	13,5	62	8	1,9	6,5	2,2	1,9
	Пшенична	12-16	79-66	1,95-7,2	0,8-2,1	7,8-4	0,1-2,3	0,55-1,9
	Житня	90-13,5	73-62	4,5-8	1,1-1,9	4,7-6,5	0,7-2,2	0,75-1,9

Білкові речовини. Азотисті речовини містяться у високоякісному борошні, основним компонентом якого є білок. Коли борошно змішується з водою, він набухає і утворює клейковину.

Жир присутній у невеликій кількості в борошні низького ґатунку. Він складається переважно з ненасичених жирних кислот. Кислотне число пшеничної олії становить 7,16-7,9. Підвищення даного показника вказує на погане довготривале зберігання борошна.

Мінерали в переважно містяться в зародках і лушпинні злаків, тому високий вміст золи в борошні вказує на те, що борошно містить клітковину.

Ферменти. Наявність протеолітичних та амінолітичних ферментів у борошні має велике технологічне значення. У тойчас як β-амілозні ферменти активні у звичайному борошні, α-амілоза присутня у борошні з пророслого та пророщеного зерна.

Вітаміни. Водорозчинні вітаміни B1, B2 і PP присутні в борошні в незначних кількостях, а також дуже малі кількості вітамінів B6, E і H. Також борошно містить вітаміни A , C і D.

Фізичні показники борошна залежать від його сорту та вологості. Питома теплоємність борошна, як функція температури може бути визначена за допомогою наступного рівняння:

$$C = 604 + 2{,}31T + 1846W + 0{,}48W^2$$, Дж/кг*К

де Т-температура

W- вологість борошна

Коефіцієнт теплопровідності борошна:

$\lambda = 0{,}084 + 0{,}0034W$, *Вт/К*

Вимоги до якості борошна

Показники якості борошна включають: колір, смак, запах, вміст металевих домішок, вологість і зольність.

Смак борошна – смак не повинен містити стороннього присмаку. Запах борошна – запах неповинен містити сторонніх, не притаманних даному виду

сировини запахів. Колір борошна – повинен відповідати сорту борошна, але можуть бути значні відмінності в кольорі між борошном з однієї партії. Колір сорту борошна дуже важливий для якості хліба.

Вміст металевих домішок у борошні в наслідок зносу металевих частин обладнання, що контактує із зерном і борошном, визнаний ГОСТом на рівні 0,003 на 1кг борошна.

Вологість борошна повинна бути нижче 15%, інакше в борошні з'явиться вільна волога, яка може призвести до псування борошна, створюючи сприятливі умови для активації ферментів і росту мікроорганізмів. 14,5% - становить базова вологість. Вологість борошна впливає на вихід хліба та кількість води, що використовується для замішування тіста. Зольність борошна є основним показником якості борошна. Зольність борошна вищого, першого і другого сортів становить 0,55, 0,75 і 1,25 на суху речовину.

Борошно характеризується розміром його частинок. Чим вищий сорт борошна, тим менші частинки. Більші частинки повільніше набухають та менш сприйнятливі до дії ферментів і мікроорганізмів. Зольність і розмір частинок борошна досить точно визначаються шляхом помелу і зазвичай знаходяться в межах норми.

Кислотність борошна впливає на кислотність кінцевого продукту і характеризується свіжістю борошна. Вона обумовлена наявністю в борошні вільних жирних кислот і кислих фосфатів. Високосортне борошно має нижчу кислотність, ніж низькосортне. Кислотність підвищується під час зберігання борошна.

Хлібопекарські властивості борошна

Хлібопекарські властивості борошна визначаються як здатність борошна виробляти хліб певної якості. З хорошого борошна виходить хліб з гладкою, блискучою скоринкою і великим об'ємом.

Оскільки борошно складається з білків і крохмалю, хлібопекарські властивості борошна залежать від початкового стану даних речовин і активності ферментів, які мають вплив на білки і вуглеводи в процесі випікання хліба.

Борошно, характеризується такими хлібопекарськими властивостями:

1. Кольором і здатність темніти в процесі випікання хліба. Колір борошна залежить від вмісту частинок в ендоспермі та оболонці, а також від кольорованості самого ендосперму.

2. Сила борошна характеризується структурно-механічними властивостями тіста та клейковини, водопоглинальною здатністю та кількістю води, необхідної для замішування тіста з оптимальними структурно-механічними властивостями. Сила борошна є основним фактором, що визначає хлібопекарські властивості борошна. За силою розрізняють борошно сильних, слабких і середніх сортів. Тісто з сильного борошна добре замішується та обробляється. Клейковина слабкого борошна легко розтягується і не значно набухає у воді. Слабке борошно поглинає менше води при замішуванні і розріджується під час бродіння.

3. Газоутворювальна здатність борошна залежить від активності β-амілази, стану крохмалю в борошні та вмісту цукру в самому борошні.
4. Автоматична активність – це можливість складних речовин борошна розщеплюватися на більш прості, водорозчинні речовини під впливом ферментів.

Перш ніж використовувати борошно у виробництві, необхідно ознайомитись з його хлібопекарськими характеристиками. На виробництві це досягається шляхом випікання тестових хлібців.

Вода

Вода, яка використовується для технічних цілей у хлібопекарському виробництві, повинна відповідати вимогам, що до питної води. Вона не повинна містити шкідливих домішок і патогенних мікроорганізмів, бути безбарвною, без запаху і присмаку. У ній не повинно бути зважених речовин, видимих неозброєним оком. Окислювальний потенціал води показує, чи містить вона органічні речовини. Нормальна вода повинна мати окислювальну здатністьне більше 2-3 міліграмів кисню.

Оскільки ферментація відіграє важливу роль у виробництві хлібобулочних виробів, неслід використовувати кип'ячену воду, оскільки вона не містить майже розчиненого повітря, яке необхідне дріжджовим бактеріям. Гігієнічна придатність води визначається наявністю ряду мікроорганізмів, зокрема бактерій, таких як кишкова паличка, вищий вміст яких свідчить про фекальне забруднення.

Згідно з ГОСТ 2874-82, питна вода повинна відповідати наступним критеріям:

Запах і смак при 20 і 60 ° С, балів - 2

Кольоровість за шкалою, град, не більше - 20

Мутність за шкалою, мг/літр, більше -1,5

Загальна жорсткість, $м^2$екв/літр, більше -7

Вміст, $м^2$/літр, не більше:

- Сухого залишку- 1000
- Хлоридів - 360
- Цинка - 5
- Сульфатів - 500
- Міді - 1
- Заліза - 0,3
- РН - 6,5-9,0

Сіль

У харчовій промисловості кухонну сіль використовують як смакову добавка, а в хлібопекарському виробництві – для поліпшення фізичних властивостей тіста. Кухонна сіль – це суміш хлориду натрію з невеликою кількістю інших солей. Вона добре розчиняється у воді.

Кухонна сіль містить домішки ($CaCl_2$) і тому є гігроскопічною. Поріг гігроскопічності солі становить 75%. Поріг відчуття солоного смаку солі – концентраці ярозчину 0,05%. Залежно від способу отримання сіль поділяють на кам'яну, самосадочну і басейнову. Залежно від способу обробки сіль буває на мікрокристалічна, подрібнена та не подрібнена.

У хлібопекарському виробництві найчастіше використовують мелену сіль 1 або 2 сорту: сіль першого сорту містить трохи більше 0,45% нерозчинних речовин, сіль другого сорту – трохи більше 0,25% нерозчинних речовин, а насичений розчин – 26-28% нерозчинних речовин. Насичений розчин додається до рецептури хлібобулочних виробів у кількості 1-25% від маси борошна. Сіль в свою чергу робить кращими структурно-механічні властивості тіста та смакові якості виробів. За рахунок солі клейковина в тісті стає більш щільною і знижує активність протеолітичних ферментів.

На даний момент в харчовому виробництві активно використовують зберігання солі під шаром води, оскільки зволоження солі зменшує її псування.

Дріжджі

Дріжджі- являють собою одноклітинний організм, який належить до класу грибів Saccharomyces, який процвітає в середовищі, яке містить цукор. Дріжджові клітини мають талоїдну форму і на 75% складаються з води. Велике значення мають ферменти, які каталізують процес розщеплення цукру. У разі відсутності кисню ферменти дріжджів утворюють спиртове бродіння цукрів з подальшим утворенням вуглекислого газу та етилового спирту. Розщеплення цукру забезпечує енергію, необхідну для

життєдіяльності дріжджових клітин.

Майже повна відсутність кисню в напівфабрикатах, таких як тісто, змушує дріжджі запускати процес спиртового бродіння. Утворений вуглекислий газ розпушує тісто, роблячи його м'якшим і пористішим. Для нормального функціонування дріжджів необхідне рідке середовище, яке містить поживні речовини, правильна реакція середовища і температурний режим. Це середовище для розвитку дріжджів повинно мати в своєму складі певну кількість поживних речовин, а саме водорозчинних речовин. Безпосередньо дріжджі засвоюють тільки моносахариди, оскільки при температурі 45-50°С дріжджові клітини гинуть. Низькі температури також пригнічують життєдіяльність дріжджів, в результаті чого вони переходять у стан анабіозу, що дає можливість їх збереження без псування. Пресовані дріжджі виготовляють шляхом пресування та накопичення дріжджових клітин, виділених з живильного середовища.

Пресовані дріжджі стандартної якості мають рівномірно світле забарвлення і нормальний смак і запах. Пресовані дріжджі зберігають заводах хлібопекарської промисовості при температурі 4°С. Гарантований термін зберігання дріжджів при вказаних умавах становить 12 діб.

Дріжджове молоко транспортується до хлібозаводу за допомогою автоцистерн. Дріжджове молоко зберігається у спеціальних резервуарах при температурі 2-15°С. Перед тим, як потрапити у виробництво, дріжджове молоко поєднують з водою до бажаної концентрації.

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання

У цьому проекті реалізовано модернізацію нагнітальної лопаті в робочій камері тістоподільної машини та досліджено вплив руху лопаті та її кута на процес розділення.

У робочій камері тістоподільної машини процеси відтворюються з фіксованим відхиленням, як на натуральних зразках, так і на моделях. Розмір процесу обмежений фізичною методологією, що використовується. Фізична модель робочої камери з обладнанням для нагнітання тіста є повномасштабним вирізом. Вона дозволяє змінювати параметри процесу в заданих межах і оснащена пристроями (прозорими стінами і вікнами) та приладами для візуального спостереження.

При використанні моделей з великим часовим фактором відхилення вносять ефекти стінок. У таких моделях лінійні розміри потрібно зменшити у два рази. При цьому обсяг роботи зменшується у вісім разів. При моделюванні з вирізами ефективніше використовувати натуральні розміри. "Виріз" не повинен призводити до значних відхилень ефекту стіни.

На основі фізичних моделей та формальних записів створюються математичні моделі ключових процесів. Вони виконуються в робочій кімнаті тістоподілювача, де можна вивчати систематичні методи. Вивчення їх за допомогою кількісних показників дає можливість виявити не пояснені відхилення та скоригувати результати. Результати дають якісне відображення основних залежностей і реальної системи.

Фізична модель робочої камери показана на рисунку 2.1. Робоча камера – це ємність, в якій здійснюються процеси та операції. Операції пов'язані з поділом тіста на шматки однакової ваги та форми. Частини камери (воронки) не є частиною робочої камери. У ній не виконуються операції, пов'язані з поділом тіста.

Будова та принцип дії модернізованого обладнання

Процес роботи машини виглядає наступним чином. Тісто подається з бункера (1) в робочу камеру (2). Камера являє собою барабан. З одного боку камери знаходиться корпус машини, а з іншого боку-прозора бічна кришка. Модернізовані нагнітальні лопаті (3) обертаються з постійною кутовою швидкістю ω1. Тісто потрапляє в робочу зону (4) камери. Під дією кулачкового механізму заслінка (11) виробляє коливальні рухи. В опущеному положенні вона перешкоджає виходу тіста з робочої зони і потраплянню в бункер. Таким чином, тісто потрапляє в стакан (5) і вагову кишеню (6). З одного крайнього положення в інше, коли вагова кишеня (6) заповнена, поршень (9) під тиском тіста рухається назустріч тісту. Одночасно заготовка виштовхується з вагової кишені (8) на конвеєр. За ваговою кишенею (6) спресоване тісто в робочій камері з відкритою заслінкою (11) повертається в бункер, а надлишок тіста повертається в бункер. Ділильна головка (7) безперервно обертається з кутовою швидкістю ω2 = ω1.

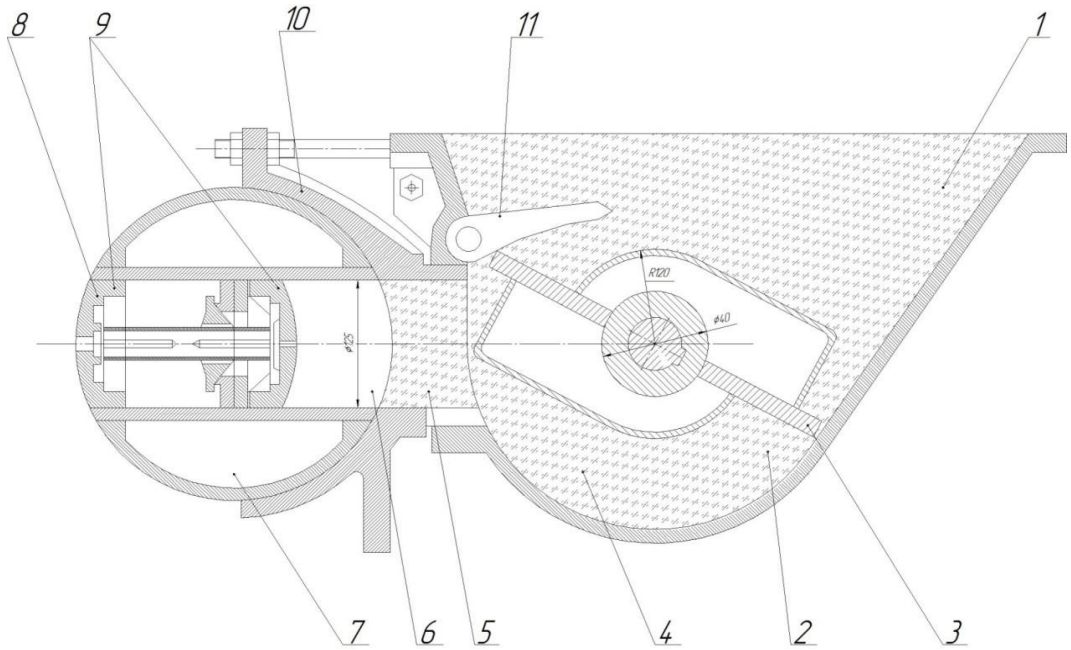
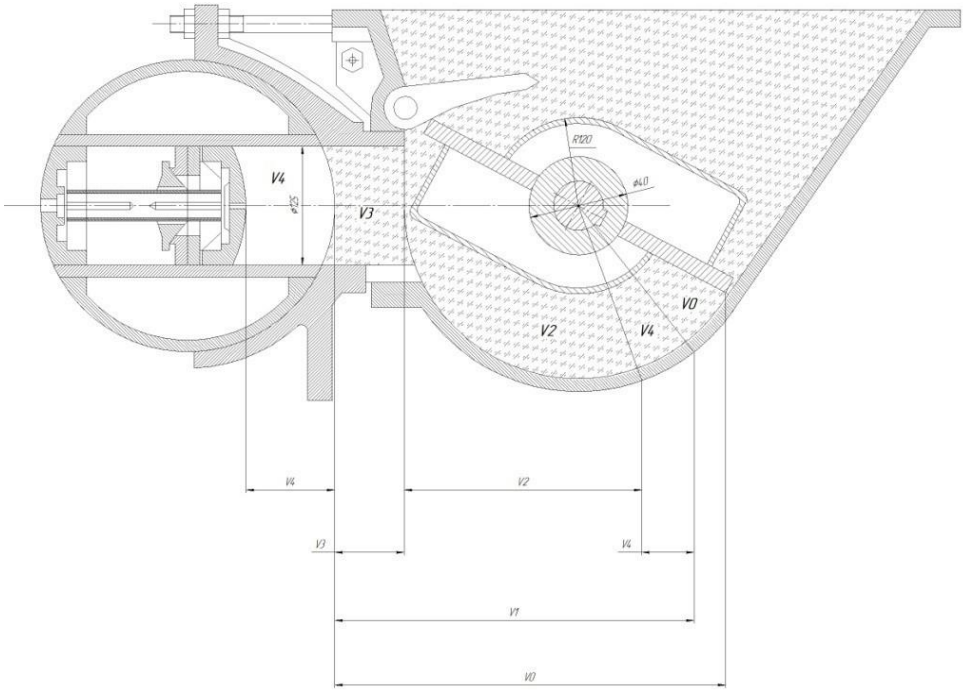


Рис. 4.1. Модернізована конструкція робочої камери: 1.-бункер; 2.-робоча камера; 3.- модернізована нагнітальна лопать; 4.-робоча зона; 5.-стакан; 6.-мірна кишеня; 7.-ділильна головка; 8,9.-поршень; 10.-горловина; 11.-заслінка.

Кулачковий механізм повертає заслінку (11). У нижньому положенні вона перешкоджає виходу тіста з робочої камери і потраплянню в бункер. Тісто надходить в стакан і в мірні кишені. Якісне нагнітання тіста під допустимим тиском забезпечує запропонована вдосконалена лопать. Вона має інший радіус r ступці . Зовнішній радіус r і ширина b відповідають камері.

Порівняння об'єму існуючої та модернізованої камер показано на рисунку 2.2.



Технічні параметри робочої камери тістоподільної машини марки А2-ХТН до після модернізації

Назва об'єму	Умовне позначення	До модернізації
Об'єм робочої камери	V0	$5.54 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм камери стискання	V1	$5.1 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм стабілізації тиску	V2	$0.159 \times 10^{-3} м^3$
Буферний об'єм	V3	$3 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм мірних камер	V4	$1.9 \times 10^{-3} м^3$

Вигляд робочої камери — До модернізації

Назва об'єму	Умовне позначення	Після модернізації
Об'єм робочої камери	V0	$3.13 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм камери стискання	V1	$3.34 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм стабілізації тиску	V2	$0.12 \times 10^{-3} м^3$
Буферний об'єм	V3	$1.11 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм мірних камер	V4	$1.9 \times 10^{-3} м^3$

Вигляд робочої камери — Після модернізації

Рис. 4.2 Порівняння основних технічних характеристик робочої камери до та після модернізації

5. Підбір конструкційних матерівлів

Переваги нержавіючих сталей:

Технологічність: Нержавіючі сталі мають високу пластичність і широко застосовуються для виготовлення деталей, які потребують глибокої витяжки, таких як кухонний посуд і різні ємності. Однак, вони можуть бути схильними до інтеркристалічної корозії при уповільненому охолодженні або нагріванні в певному температурному інтервалі (500–850 °C) або після зварювання.

Опір корозії: Нержавіючі сталі володіють високим опором корозії не тільки в нормальних атмосферних і водних середовищах, але і у багатьох кислотах, лугах та хлористих розчинах, які зустрічаються у багатьох виробничих умовах.

Міцність: Механічні властивості нержавіючих сталей дозволяють зменшити товщину та вагу виробів без втрати міцності. Аустенітні сорти сталей не втрачають міцності при низьких температурах та можуть мати меншу товщину порівняно з загальними конструкційними сталями. Незважаючи на те, що нержавіюча сталь може бути дорожчою, у деяких випадках вона може призвести до істотної економії порівняно з традиційними матеріалами.

Гігієна: Нержавіюча сталь є найбільш гігієнічною поверхнею для приготування харчових продуктів. Її поверхня не має пор, тріщин або ущільнень, які можуть утримувати бруд та бактерії. Ця властивість робить нержавіючу сталь особливо підходящою для використання в лікарнях, громадських кухнях, м'ясопереробних підприємствах, агропромислових комплексах та виробництві харчового обладнання.

Зовнішній вигляд продуктів залежить від стану їх поверхні. Нержавіюча сталь з яскравою та легкообслуговуваною поверхнею надає виробам привабливості та сучасності. Вона є ідеальним матеріалом для виробництва різноманітних декоративних елементів, що постійно розширюється. На сьогоднішній день для виготовлення кухонного посуду широко застосовуються нержавіючі сталі з дзеркальною поверхнею, які отримують шляхом електрополірування за різними режимами. Цей процес може застосовуватися як до готових виробів, так і до листів, на які наклеюється поліетиленова плівка для збереження поверхні. Нержавіюча сталь чудово поєднується зі склом, каменем та деревом. Вона є практичним, благородним і естетичним матеріалом одночасно. Завдяки різноманітності марок і видів поверхні, нержавіюча сталь задовольняє широкий спектр вимог.

Вимоги до нержавіючих сталей різноманітні, що спонукало до їх інтенсивного вдосконалення. На українському ринку нержавіючих сталей постає потреба у максимальному розширенні асортименту доступних матеріалів, що мають низьку вартість та стійкість до корозії, тоді як світові виробники пропонують споживачам різноманіття нових економічно-легованих матеріалів. Таблиця 1 наводить аналоги сталей, які присутні на світових та вітчизняних ринках.

Незважаючи на те, що традиційно нержавіючими сталями вважаються сталі з вмістом хрому більше 12%, сучасна зарубіжна металургія активно працює над розробкою нержавіючих матеріалів з меншим вмістом хрому (до 5%), які зберігають стійкість до корозії на рівні сталей з 15-17% Cr. Це особливо важливо, оскільки однією з основних причин пошкодження нержавіючих стальових конструкцій є електрохімічна корозія, спричинена неоднорідністю зон зварних швів та основного металу.

Таблиця 5.1. Характеристики нержавіючих сталей

AISI	Марка сталі	клас стали	властивості	застосування
304	08Х18Н10	А	Легко піддається зварці, стійка до міжкристалітної корозії; висока міцність при низьких температурах; піддається електрополіровка	Установки для харчової, хімічної, текстильної, нафтової, паперової та фармацевтичної промисловості
316	03Х17Н14М2	А	Технічні властивості при високих температурах набагато краще, ніж у аналогічних сталей, які містять молібден	Хімічне обладнання, інструменти, установки для переробки їжі, ємностях для відпрацьованих масел
321	12Х18Н10Т	А	Виготовлення зварних конструкцій і використання при t = (400– 800 ° С), стійка до корозії	Устаткування для хімічної, нафтопереробної промисловості
409	08Х13	Ф	Деталі загального застосування, які можуть бути адаптовані до різних умов експлуатації	Вироби (столові прибори, кухонний посуд)
410	12х13	М	Висока ударна в'язкість, корозійна стійкість і жароміцність	Вироби, що працюють в слабоагресивних середовищах; деталі машин для виноробства, спирту, продуктів переробки відходу харчової галузі
420	20Х13 – 40Х13	М	Висока зносостійкість, пластичність, стійкість до високих температур і корозії	Обладнання харчової галузі (мийка, гігієнічна обробка сировини, сортування продукції, теплова обробка)
430	08Х17	Ф	Високі міцнісні, механічні характеристики, теплопровідність, деформованість, стійкість до корозії в сірковмісних середовищах	У системах теплообміну, в побутових виробах для харчових продуктів для запобігання перегріву в процесі приготування
439	08Х17Т	Ф	Матеріал для масового застосування в різних умовах експлуатації	Холодильники, пральні машини, для виготовлення раковин і ін.

Примітка. А – аустенітний; Ф – феритний; М – мартенситний.

При тривалій експлуатації конструкцій з нержавіючих сталей при високих температурах важливо враховувати температурно-часові фактори, які можуть негативно вплинути на їх характеристики. Наприклад, деякі вітчизняні нержавіючі сталі з вмістом нікелю і сталі серії 300 (за винятком марок 321 і 347) при експлуатації протягом кількох годин в температурному діапазоні 450-750 °С можуть бути схильні до міжкристалітної корозії, що є дуже небезпечним видом корозійного руйнування.

Хромисті феритні сталі серії 400, з своєї сторони, кородують при температурах до 1000 °C. Крім того, ці сталі мають порівняно низьку питому теплоємність, що призводить до швидкого нагріву елементів конструкцій за менших енерговитрат. Це дозволяє уникнути можливого інерційного перегріву, що є важливим для багатьох харчових виробництв. Хромисті феритні сталі витримують високі пікові температурні навантаження (до 950 °C) і можуть безперервно експлуатуватися при температурах щонайменше до 700 °C.

6. Розрахункова частина

6.1. Розрахунок продуктивності

Визначаємо максимальну продуктивність машини.

$$П = m \cdot n, \text{ Шт / хв} \qquad (6.1)$$

де m –кількість мірних склянок ділильної головки;

n – Число циклів ділильної головки в секунду (об / хв).

$$n = n_7 = \frac{n_1}{u_{1,7}}, \text{ об/хв} \qquad (6.2)$$

де n_7 –Найбільша частота обертання на валу ділильної головки (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VII);

n_1 – частота обертання на валу двигуна, об/хв;

$u_{1,7}$ – Передаточне відношення від валу 1 до валу 7.

$$u_{1,7} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 54 \cdot 80}{50 \cdot 54 \cdot 40} = 47{,}67$$

$$n = n_7 = \frac{n_1}{u_{1,7}} = \frac{1430}{47{,}67} = 30 \text{ ,про/хв} \qquad (6.3)$$

$$П = m \cdot n = 2 \cdot 30 = 60, \text{ Шт / хв}$$

6.2. Енергетичний розрахунок

Визначаємо повну потужність, необхідну для роботи машини.

$$N = N_H + N_{ДГ} + N_T \qquad (3.4)$$

де N_H – Потужність необхідна для приводу нагнітальної лопаті;

$N_{ДГ}$ – Потужність необхідна для приводу ділильної головки;

N_T – Потужність необхідна для приводу транспортера.

N_H, $N_{ДГ}$ –Визначаються за формулою:

$$N = T \cdot \omega \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.5)$$

деT– крутний момент на приводному валу, Н.м;

ω – Найбільша кутова швидкість на відповідному валу, рад/с.

Потужність необхідна приводу нагнітальної лопаті.

$$N_H = T_7 \cdot \omega_7 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.6)$$

де$T_7 = 425 H \cdot м$ – максимальний момент, що крутить, на валу нагнітальної лопаті.

ω_7 –Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VII).

$$\omega_7 = \frac{\omega_1}{u_{1,7}}, \text{ Рад/с} \quad (6.7)$$

де ω_1 – кутова швидкість на валу двигуна, рад/с;

$u_{1,7}$ – Передаточне відношення від валу 1 до валу 7.

$$u_{1,7} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 54 \cdot 80}{50 \cdot 54 \cdot 40} = 47{,}67$$

Відомо, що асинхронна частота обертання на валу двигуна дорівнює$n_{дв} = 1430 об/мин$. Тоді

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 1430}{30} = 149{,}6 рад/с$$

$$\omega_7 = \frac{\omega_1}{u_{1,7}} = \frac{149{,}6}{47{,}67} = 3{,}14, \text{ Рад/с} \quad (6.8)$$

$$N_H = T_7 \cdot \omega_7 \cdot 10^{-3} = 425 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-3} = 1{,}335, \text{ кВт}$$

Потужність необхідна приводу ділильної головки.

$$N_{ДГ} = T_{ДГ} \cdot \omega_8 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.9)$$

де $T_{ДГ}$ – крутний момент на валу ділильної головки;

ω_8 –Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VIII).

$$\omega_8 = \frac{\omega_7}{u_{78}}, \text{ Рад/с} \qquad (6.10)$$

$$u_{78} = 80/80 = 1$$

$$\omega_8 = \frac{\omega_7}{u_{78}} = \frac{1,78}{1} = 3,14 \text{ ,рад/с}$$

Крутний момент на валу ділильної головки визначається за формулою:

$$T_{ДГ} = R_Г\left(P_{10} + \frac{\pi D^2}{4}Q\right), H \cdot м$$

де $R_Г$ =0,16м – радіус ділильної головки;

P_{10} –сила тертя ділильної головки про козирок, Н;

Q =1600Па – гранична напруга зсуву тесту;

D =0,125м – діаметр мірної камери.

$$P_{10} = m \cdot R_n \cdot f \text{ ,Н} \qquad (6.11)$$

де m =2 – число поршнів;

R_n =300Н – реакція тістоділильної камери на поршень;

f =0,15 – коефіцієнт тертя поршня об стінки тестової камери.

$$P_{10} = m \cdot R_n \cdot f = 2 \cdot 300 \cdot 0,15 = 90 \text{ ,Н(3.12)}$$

$$T_{ДГ} = R_Г\left(P_{10} + \frac{\pi D^2}{4}Q\right) = 0,16\left(90 + \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4}1600\right) = 146,4 H \cdot м$$

$$N_{ДГ} = T_{ДГ} \cdot \omega_8 \cdot 10^{-3} = 146,4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} = 0.46 \text{ , кВт}$$

Потужність необхідна приводу транспортера.

Вихідні дані:

Транспортований вантаж–тістові заготовки.

Довжина конвеєра – 2,2 м.

Максимальний кут нахилу 450.

Визначаємо кутову швидкість на приводному валу транспортера.

$$\omega_9 = \frac{\omega_1}{u_{19}}, \text{ Рад/с} \qquad (6.13)$$

ω_9 – Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –IX).

$u_{1,9}$ – Передатне відношення від валу 1 до валу 9.

$$u_{1,9} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 18}{50 \cdot 54} = 7{,}94$$

$$\omega_9 = \frac{\omega_1}{u_{19}} = \frac{149{,}6}{7{,}94} = 18{,}84 \text{ ,рад/с} \qquad (6.14)$$

Вибираємо конвеєрну стрічку загального призначення тип 3, ширина 200м, з однією тяговою прокладкою з міцністю 100 Н/мм із тканини БКНЛ–100, що допускає робоче навантаження kp=12 Н/м із товщиною гумової обкладки робочої поверхні δ_p =2мм, неробочої поверхні $\delta_н$ = 1мм, клас міцності Б.

Умовне позначення стрічки: Стрічка 3–200–БКНЛ–100–2–1–Б за ГОСТ 20–76.

Погонна маса стрічки.

$q_л = 1150 B \cdot \delta = 1150 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}0045 = 1{,}04$ кг/м.

Відповідно до рекомендацій приймаємо діаметр роликів роликоопорdp = 63 мм.

Умовне позначення роликоопор:

Робоча гілка: роликоопора ЖЦ–200–63–30о ГОСТ 2645–77

Холоста гілка: роликоопора Н–200–63 ГОСТ 22645–77

Знайдемо погонну масу частин, що обертаються

$q_{\beta}^{p} = 4{,}2$ кг/м;

$q_{\beta}^{x} = 1{,}25$ кг/м.

Визначаємо погонну масу рухомих частин конвеєра за формулою

$$q_к = q_к^p + q_к^x = (q_л + q_p^p) + (q_л + q_p^x) = 1{,}04 + 4{,}2 + 1{,}04 + 1{,}25 = 7{,}5 \text{ кг/м}$$

де $q_л$ – погонна маса стрічки;

q_p^p – погонна маса обертових частин роликоопор робочої гілки конвеєра;

q_p^x – погонна маса обертових частин роликоопор холостий гілки конвеєра.

Визначимо тягову силу конвеєра.

$$F_0^{/} = \left[\omega \cdot L_Г \cdot \left(q + q_k\right) \pm q \cdot H\right] \cdot g \cdot k_k$$

де ω =0,025–коефіцієнт опору;

$L_Г$ =1,53 м–довжина проекції конвеєра на горизонтальну площину;

q –погонна маса вантажу (маса максимального числа заготовок на стрічці);

Н – висота підйому стрічки вантажу, м;

Знаходимо крок, через який заготовки потрапляють на стрічку.

$$T = V \cdot П \text{ м} \tag{6.15}$$

де V – Лінійна швидкість стрічки транспортера, м / с;

$П$ =0,5шт/с – продуктивність ділильної головки.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} \text{ ,м/с} \tag{6.16}$$

де ω =18,84 рад/с – кутова швидкість приводного валу транспортера;

d =0,063м – діаметр роликоопор.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} = 18{,}84 \frac{0{,}063}{2} = 0{,}59 \text{ ,м/с} \tag{6.17}$$

$$T = V \cdot П = 0{,}59 \cdot 0{,}5 = 0{,}295 \text{ ,м.}$$

Тоді кількість заготовок на стрічці дорівнює:

$$n = L / T \tag{6.18}$$

L = 2,2 м – Довжина транспортера.

$$n = L/T = 2.2/0{,}295 = 7.4 \text{ заготовок}$$

Якщо прийняти масу однієї заготівлі = 1 кг. Тоді погонна маса вантажу дорівнює:

$$q = 7 \cdot 1 = 7 \text{ , кг.}$$

Н–висота підйому;

$$\text{Н} = L \cdot tg\beta = 2{,}2 \cdot tg45^0 = 2{,}2м \tag{6.19}$$

$\kappa_к$ –Коефіцієнт, що враховує геометричні та конструктивні особливості конвеєра.

$$k_k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \tag{6.20}$$

де k_1=1,5– коефіцієнт, що залежить від довжини конвеєра;

k_2=1– коефіцієнт, що залежить від перегину траси;

k_3=1– коефіцієнт, що залежить від виду приводу;

k_4=1– коефіцієнт, що залежить від наявності натяжної станції;

k_5=1– коефіцієнт, що залежить від виду розвантаження конвеєра.

$$k_k = 1{,}5_1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}5$$

$$F_0^{/} = \left[0{,}025 \cdot 1{,}53 \cdot (7 + 7{,}5) + 7 \cdot 2\right] \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5 = 214.1H$$

Коефіцієнт зчеплення між резинотканевой стрічкою і сталевим барабаном приймаємо рівним f=0,025

Приймаємо кут обхвату 2000.

$$k_s = 1{,}73$$

Визначаємо максимальний статичний натяг стрічки.

$$F_{\max} = k_s \cdot F_0^{/} = 1{,}73 \cdot 214.1 = 370.5 \text{ Н} \tag{6.21}$$

Перевіряємо необхідну мінімальну кількість тягових прокладок у стрічці.

$$z \geq z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_{\text{р}} \cdot B} = \frac{370.5}{12 \cdot 200} = 0{,}15;$$

$$z = 1$$

Визначимо мінімальний діаметр приводного барабана.

$$D_{\text{п.б.}}^{\min} = \text{k} \cdot \text{z}; \tag{6.22}$$

де k = 140 – коефіцієнт, що залежить від типу тканини;

z–число прокладок.

$$D_{\text{п.б.}}^{\min} = 140 \cdot 1 = 140 мм$$

За ДСТ 22644–77 приймаємо діаметр приводного барабана 180мм.

Визначаємо потужність на приводному валу конвеєра.

$$N_{TP} = \frac{F_0 \cdot V}{10^3 \cdot \eta_{\text{бар}}}; \tag{6.23}$$

де V – швидкість руху стрічки конвеєра.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} = 18{,}84 \frac{0{,}18}{2} = 1{,}69 \text{ ,м/с} \tag{6.24}$$

де d – прийнятий діаметр барабана;

ω =18,84 рад/с – кутова швидкість приводного валу транспортера.

$$\eta_{бар} = \frac{1}{1 + \omega_\delta \cdot (2k_s - 1)}; \tag{6.25}$$

де ω_δ – коефіцієнт опору барабана (ω_δ =0,03..0,05);

k_s =1,85 – коефіцієнт зчеплення барабана зі стрічкою.

$$\eta_{бар} = \frac{1}{1 + 0{,}04 \cdot (2 \cdot 1{,}85 - 1)} = 0{,}9;$$

$$N_{TP} = \frac{214.1 \cdot 1{,}69}{10^3 \cdot 0{,}9} = 0{,}402 \text{ кВт.}$$

Визначаємо повну потужність, необхідну для роботи машини.

$$N = N_H + N_{ДГ} + N_T = 1{,}335 + 0{,}46 + 0{,}402 = 2{,}197 \text{ , кВт}$$

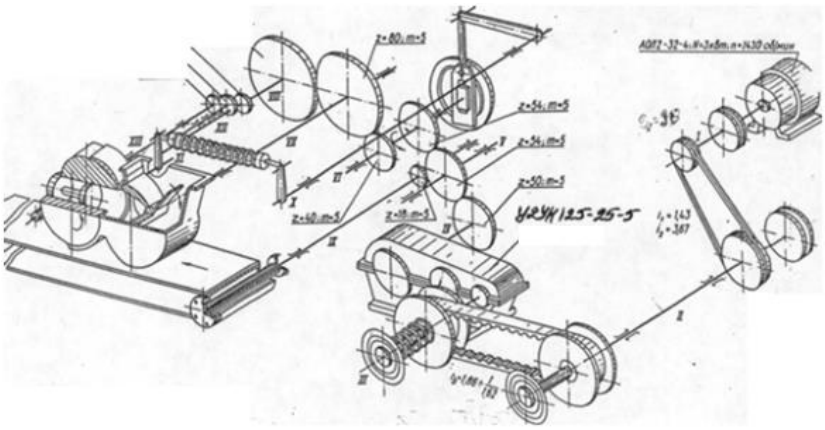
Визначаємо потужність електродвигуна за формулою

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta} = \frac{2.197}{0.75} = 2.92 \text{ , кВт}$$

де η – ККД приводу машини.

Встановлена потужність приводу становить 2,92 кВт, для установки на машину приймаємо асинхронний трифазний двигун серії 4А100S4У3, потужністю NДВ=3кВт, діаметр вихідного валу dвих=28мм, асинхронна частота обертання $n_{дв} = 1430 об/мин, \frac{T_{пуск}}{T_{ном}} = 2,0$.

6.3. Кінематичний розрахунок.



1 – приводний електродвигун, 2 – варіатор, 3 – редуктор. 4 – головний вал, 5– транспортер, 6 – робоча камера, 7 – ділильна головка, 8 – привід заслінки, що відсікає

Рис. 6.1. Кінематична схема тістоділильної машини.

Визначаємо максимальні кутові швидкості та частоти обертання на валах приводу.

$\omega_{дв}$ – Кутова швидкість на валу двигуна, рад/с.

$$\omega_{дв} = \frac{n_{дв} \cdot \pi}{30} = \frac{1430 \cdot 3,14}{30} = 149,6 рад/с$$

$$\omega_I = \omega_{дв} = 149,6 рад/с$$

Кутову швидкість на і–тому валу визначаємо з відношення

$$\omega_i = \frac{\omega_j}{u_{ji}} \qquad (6.26)$$

де u_{ji} – Передаточне відношення від j–того валу до і–тому.

Тоді маємо, що кутові швидкості на валах рівні:

$$\omega_{II} = \frac{\omega_{\text{I}}}{u_{I-II}} = \frac{149,6}{1,43} = 104,62\,рад/с$$

$$\omega_{III} = \frac{\omega_{II}}{u_{II-III}} = \frac{104,62}{1/1,62} = 169,48\,рад/с$$

$$\omega_{IV} = \frac{\omega_{III}}{u_{III-IV}} = \frac{169,48}{25} = 6,78\,рад/с$$

$$\omega_{V} = \frac{\omega_{IV}}{u_{IV-V}} = \frac{6,78}{54/50} = 6,28\,рад/с$$

$$\omega_{VI} = \frac{\omega_{V}}{u_{V-VI}} = \frac{6,28}{54/54} = 6,28\,рад/с$$

$$\omega_{VII} = \frac{\omega_{VI}}{u_{VI-VII}} = \frac{6,28}{80/40} = 3,14\,рад/с$$

$$\omega_{VIII} = \frac{\omega_{VII}}{u_{VII-VIII}} = \frac{3,14}{80/80} = 3,14\,рад/с$$

$$\omega_{IX} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{V-IX}} = \frac{6,28}{18/54} = 8,37\,рад/с$$

$$\omega_{XII} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{VI-XII}} = \frac{3,14}{31/112} = 11,34\,рад/с$$

$$\omega_{XIII} = \frac{\omega_{XII}}{u_{XII-XIII}} = \frac{11,34}{16/31} = 21,98\,рад/с$$

Частоти обертання на валах рівні:

$$n_I = n_{дв} = 1430\,об/мин$$

$$n_{II} = \frac{30\omega_{II}}{\pi} = \frac{30 \cdot 104,62}{3,14} = 1000\,об/мин \qquad (6.27)$$

$$n_{III} = \frac{30\omega_{III}}{\pi} = \frac{30 \cdot 169,48}{3,14} = 1619\,об/мин$$

$$n_{IV} = \frac{30\omega_{IV}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6,78}{3,14} = 64,8\,об/мин$$

$$n_V = \frac{30\omega_V}{\pi} = \frac{30 \cdot 6{,}28}{3{,}14} = 60 об/мин$$

$$n_{VI} = \frac{30\omega_{VI}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6{,}28}{3{,}14} = 60 об/мин$$

$$n_{VII} = \frac{30\omega_{VII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3{,}14}{3{,}14} = 30 об/мин$$

$$n_{VIII} = \frac{30\omega_{VIII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3{,}14}{3{,}14} = 30 об/мин$$

$$n_{IX} = \frac{30\omega_{IX}}{\pi} = \frac{30 \cdot 8{,}37}{3{,}14} = 80 об/мин$$

$$n_{XII} = \frac{30\omega_{XII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 11{,}34}{3{,}14} = 108{,}3 об/мин$$

$$n_{XIIi} = \frac{30\omega_{XIII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 21{,}98}{3{,}14} = 210 об/мин$$

Потужність на валах рівна:

$$N_I = N_{\text{дв}} = 2{,}92 \text{ кВт} \quad (6.27)$$

$$N_{II} = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{пер}} = 2{,}92 \cdot 096 = 2{,}8 \text{ кВт}$$

$$N_{III} = N_{II} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}8 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}6 \text{ кВт}$$

$$N_{IV} = N_{III} \cdot \eta_{\text{р}} = 2{,}6 \cdot 0{,}97 = 2{,}5 \text{ кВт}$$

$$N_V = N_{IV} \cdot \eta_{\text{ч}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}5 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}3 \text{ кВт}$$

$$N_{VI} = N_V \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}3 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}1 \text{ кВт}$$

$$N_{VII} = N_{VI} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}1 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}0 \text{ кВт}$$

$$N_{VIII} = N_{VII} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}0 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}9 \text{ кВт}$$

$$N_{IX} = N_{VIII} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 1{,}9 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}8 \text{ кВт}$$

$$N_X = N_{IX} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 1{,}8 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}7 \text{ кВт}$$

$$N_{XI} = N_X \cdot \eta_{\text{р}} = 1{,}7 \cdot 0{,}97 = 1{,}6 \text{ кВт}$$

$$N_{XII} = N_{XI} \cdot \eta_{\text{ц}} = 1{,}6 \cdot 0{,}97 = 1{,}5 \text{ кВт}$$

$$N_{XIII} = N_{XII} \cdot \eta_{\text{р}} = 1{,}5 \cdot 0{,}97 = 1{,}4 \text{ кВт}$$

Обертальний момент на валах дорівнює:

$$\text{T}_I = \frac{N_I}{w_I} = \frac{2{,}92 \cdot 10^3}{149{,}6} = 19{,}5 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм}) \quad (6.28)$$

$$T_{II} = \frac{N_{II}}{w_{II}} = \frac{2{,}8 \cdot 10^3}{104{,}62} = 26{,}7 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{III} = \frac{N_{III}}{w_{III}} = \frac{2{,}6 \cdot 10^3}{169{,}48} = 15{,}3 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{IV} = \frac{N_{IV}}{w_{IV}} = \frac{2{,}5 \cdot 10^3}{6{,}78} = 368{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{V} = \frac{N_{V}}{w_{V}} = \frac{2{,}3 \cdot 10^3}{6{,}28} = 366{,}3 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VI} = \frac{N_{VI}}{w_{VI}} = \frac{2{,}1 \cdot 10^3}{6{,}28} = 331{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VII} = \frac{N_{VII}}{w_{VII}} = \frac{2{,}0 \cdot 10^3}{3{,}14} = 636{,}2 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VIII} = \frac{N_{VIII}}{w_{VIII}} = \frac{1{,}9 \cdot 10^3}{3{,}14} = 605{,}0 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{IX} = \frac{N_{IX}}{w_{IX}} = \frac{1{,}8 \cdot 10^3}{8{,}37} = 215{,}0 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{X} = \frac{N_{X}}{w_{X}} = \frac{1{,}7 \cdot 10^3}{11{,}34} = 149{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{XII} = \frac{N_{XII}}{w_{XII}} = \frac{1{,}5 \cdot 10^3}{21{,}98} = 68{,}2 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{XIII} = \frac{N_{X}}{w_{X}} = \frac{1{,}4 \cdot 10^3}{11{,}34} = 123{,}4 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

6.4. Перевірочний розрахунок клинопасової передачі

Залежно від частоти обертання меншого шківа n1 (n1=nдв=1430 об/хв) і потужності P=Pдв=3 кВт, що передається, приймаємо переріз клинового ременя А.

Діаметр меншого шківа за формулою:

$$d_1 \approx (3-4)\sqrt[3]{T} \qquad (6.29)$$

$$d_1 \approx (3-4) \cdot \sqrt[3]{19{,}5 \cdot 10^3} \approx 81{,}5 - 108\ (\text{мм})$$

Діаметр шківа для ременів перерізу А не повинен бути менше 100 мм, приймаємо

d1=100 мм

Діаметр більшого шківа визначаємо за формулою:

$$d_2 = U_p \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \quad (6.30)$$

$d_2 = 3{,}67 \cdot 100 \cdot (1 - 0{,}01) = 363$ (мм)

Приймаємod2=400 мм, відповідно до ГОСТ 17383–73

Уточнюємо передатне відношення

$$U_p = \frac{d_2}{d_1 - (1-\varepsilon)} \quad (6.31)$$

$$U_p = \frac{400}{100 \cdot (1 - 0.01)} = 3.96$$

Розбіжність за первісним прийнятим значенням:

$3{,}96 - 3{,}67/3{,}67 \cdot 100\% = 0{,}7\%$що менше допускається.

Отже, остаточно приймаємо діаметри шківів d1=100 мм

d2 = 400 мм.

Міжосьова відстань слід прийняти в інтервалі:

$$a_{min} = 0.55(d_1 - d_2) + T_0 \quad (6.32)$$

$$a_{max} = d_1 + d_2 \quad (6.33)$$

$a_{min} = 0{,}55 \cdot (100 + 400) + 8 = 283$ (мм)

$a_{max} = 100 + 400 = 500$ (мм)

Приймаємо попередньо близьке значенняар=430 мм.

Розрахункова довжина ременя визначається за такою формулою:

$$L = 2 \cdot a_p + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a_p} \quad (6.34)$$

$$L = 2 \cdot 430 + 0.5 \cdot 3.14 \cdot (100 + 400) + \frac{(400 - 100)^2}{4 \cdot 430} = 1749 \text{ (мм)}$$

Найближче значення за стандартом L=1800 мм.

Уточнення значення міжосьової відстані ар з урахуванням стандартної довжини ременя, наведеної в табл. 7.7 [2], приймаємо L=1800 мм:

$$a_p = 0.25 \cdot \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y}\right] \quad (6.35)$$

$$a_p = 0.25\left[(1800-785)+\sqrt{(1800-785)^2-2\cdot 9000}\right] = 505\ (\text{мм})$$

Де$w = 0.5\cdot\pi\cdot(d_1+d_2) = 0.5\cdot 3.14\cdot 500 = 785\ (\text{мм})$

$y = (d_2-d_1)^2 = (400-100)^2 = 90000$

Кут обхвату меншого шківа визначаємо за формулою:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57\cdot\frac{d_2-d_1}{a_p} \qquad (6.36)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57\cdot\frac{300}{505} = 146^\circ$$

Коефіцієнт режиму роботи, що враховує умови експлуатації передачі: для приводу до стрічкового конвеєра при однозмінній роботіСр = 1,0

Коефіцієнт, що враховує вплив довжини ременя: для ременя перерізу Б при довжині L=1800 мм

CL=1.01

Коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату при α_1=146º

Cα≈0,89

Коефіцієнт, що враховує число ременів у передачі: припускаючи, що число ременів у передачі буде від 2 до 3, приймаємо

Cz = 0,95

Число ременів у передачі визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P\cdot C_p}{P_o\cdot C_z\cdot C_\alpha\cdot C_L} \qquad (6.37)$$

$$Z = \frac{3\cdot 1{,}0}{1{,}3\cdot 0{,}95\cdot 0{,}89\cdot 1{,}01} = 2{,}8$$

Приймаємо Z=3.

Натяг гілки клинового ременя визначаємо за формулою:

$$F_0 = \frac{850\cdot P\cdot C_p\cdot C_L}{Z\cdot V\cdot C_\alpha} + \theta\cdot V^2 \qquad (6.38)$$

$$F_0 = \frac{850\cdot 3\cdot 1{,}0\cdot 1{,}01}{3\cdot 7{,}4\cdot 0{,}89} + 0{,}18\cdot 7{,}4^2 = 185{,}2\ (\text{Н})$$

де$V = 0.5\cdot w_{\text{дв}}\cdot d_1 = 0{,}5\cdot 149{,}6\cdot 0{,}10 = 7{,}4$

Тиск на вали визначаємо за формулою:

$$F_в = 2 \cdot F_o \cdot Z \cdot \sin\frac{\alpha_1}{2} \quad (6.39))$$

$$F_в = 2 \cdot 185{,}2 \cdot 3 \cdot \sin 73° = 1062\ (Н)$$

Робочий ресурс ременів визначається за такою формулою:

$$H0 = Nоц \cdot \frac{L}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1} \cdot \left(\frac{G_{-1}}{G_{max}}\right)^8 \cdot C_i \cdot C_H \quad (6.40)$$

де – Базова кількість циклів. Для ременів перерізом ≥ 4,6 $106N_{оц}N_{оц}$ ·

L – розрахункова довжина ременя (L = 1,8 м);

d_1– Діаметр меншого шківа (= 0,1 м);d_1

n_1– Частота обертання (= 1430об/хв);n_1

G_{-1}– Межа витривалості (= 7 Мпа);G_{-1}

G_{max}– максимальна напруга у перерізі ременя МПа;

C_i – Коефіцієнт, що враховує вплив передаточного відношення;

C_H – Коефіцієнт, що залежить від навантаження, (при періодично змінюється навантаженні від нуля до номінального значення);$C_H = 2$

$$C_i = 1{,}5 \cdot - 0{,}5\sqrt[3]{u} \quad (6.41)$$

$$C_i = 1{,}5 \cdot - 0{,}5 = 1.8\sqrt[3]{4}$$

Максимальна напруга в перерізі ременя знаходиться за формулою:

$$G_{max} = G1 + Gu + Gv \leq [\ ]G_{доп} \quad (6.42)$$

де G1 – напруга від розтягування, МПа;

Gu – напруга від вигину ременя, МПа;

Gv – напруга від відцентрової сили, МПа;

[] – Допустима напруга ременя, [] = 10 МПа;$G_{доп}G_{доп}$

Напруга від розтягування знаходиться за формулою:

$$G1 = G0 \cdot \left(\frac{F_t}{2} \cdot d1 \cdot Z\right) \quad (6.43)$$

де – колова сила, що діє в зачепленні, Н;F_t

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1 \cdot 1000}{d_1} \quad (6.44)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 118{,}78 \cdot 1000}{0{,}1} = 1{,}9\ (Н)$$

$$G1 = 1{,}5 \cdot (\cdot 0{,}1 \cdot 3) = 0{,}53 \text{ (МПа)} \frac{1{,}9}{2}$$

Напруга від вигину ременя визначається за формулою:

$$Gu = Eu \cdot \frac{H}{d_1} \qquad (6.45)$$

де Eu – для бавовняних ременів Eu = 50 – 80 МПа;

$$Gu = 50 \cdot \frac{10{,}8 \cdot 10^{-3}}{0{,}1} = 4{,}32 \text{ (МПа)}$$

Напруга від відцентрової сили визначається за формулою:

$$Gv = p \cdot \cdot \upsilon^2 10^{-6} \qquad (6.46)$$

де p – густина ременя, p = 1100 – 1200 кг/м3;

$$Gv = 1100 \cdot \cdot = 0{,}0023 \text{ (МПа)} 1{,}4^2 10^{-6}$$

Знайдемо максимальну напругу ременя:

$$G_{max} = 0{,}53 + 4{,}32 + 0{,}0023 = 4{,}85 \leq []G_{доп}$$

Дана клинопасова передача відповідає розрахунковим і вихідним параметрам, а також має достатню працездатність та довговічність.

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вступ

Створення і освоєння нових технологій в галузі машинобудування в Україні є важливим завданням, яке сприяє розвитку економіки країни. Ці технології спрямовані на зростання продуктивності праці, поліпшення якості продукції, зниження матеріаломісткості і собівартості, а також забезпечення екологічної безпеки виробництва. Машинобудівельна галузь, як ключова для розвитку інших промислових секторів, також має потенціал вийти на світовий ринок і конкурувати з продукцією інших країн.

Головні напрямки розвитку виробництва в машинобудуванні включають механізацію і автоматизацію процесів, використання систем автоматизованого проектування на всіх етапах життєвого циклу виробу, включаючи конструкторську розробку, впровадження виробу у виробництво і експлуатацію, а також використання обладнання з вбудованими засобами мікропроцесорної техніки та верстатів з числовим управлінням (ЧПУ).

У аналітичній частині проекту проведено опис матеріалу деталі, аналіз конструкції та технологічності деталі, визначені показники технологічності. Також проведено аналіз чинного технологічного процесу отримання деталі "Втулка" і надано опис типу виробництва разом з характеристиками.

Службове призначення, тип деталі, опис матеріалу деталі, матеріалу замінника і покриття

Деталі класу «втулки» служать або як проміжні елементи для базування в корпусних деталях підшипникових опор, або для виконання функції предачі крутного моменту (шестерні).

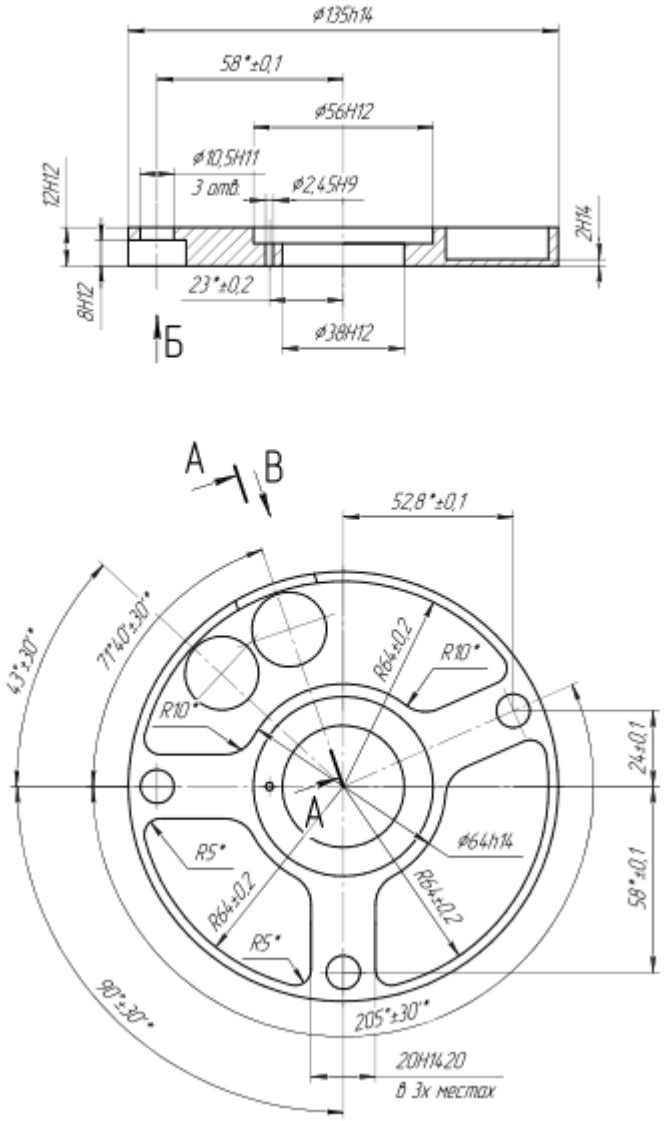


Рис. 7.1. Деталь типу «втулка»

Згідно з цільовим призначенням, виконавчими поверхнями втулок можуть бути основний отвір і співісна йому зовнішня циліндрична поверхня або зубчаста поверхня (шпонкові пази). У даній деталі виконавчою поверхнею є основний отвір діаметром 38 мм, який відповідає геометричним вимогам стандарту H12.

Основною конструкторською базою для деталей класу "втулки" є ось основного отвору, якщо деталь встановлюється на вал, або зовнішня циліндрична поверхня, якщо деталь вставляється в отвір корпусу.

Основною технологічною базою при обробці деталей класу "втулки" є основний отвір, якості розташування якого залежить точність обробки інших поверхонь.

Втулка виготовлена зі сплаву АД1, який є алюмінієм технічної чистоти з домішками не більше 0,7%, переважно заліза і кремнію. Він відноситься до системи Al-Cu-Mg-Mn. Цей сплав інтенсивно зміцнюється термічною обробкою і добре деформується як у гарячому, так і у холодному стані. Гаряча деформація можлива в широкому діапазоні температур від 350°С до 450°С. При кімнатній температурі сплав може піддаватися деформації як в отжеженому, так і в загартованому стані. Алюмінієві сплави широко використовуються для елементів конструкцій і деталей, які не несуть значного навантаження і вимагають матеріалу з високою пластичністю, хорошою зварюваністю, високою стійкістю до корозії, теплопровідністю і електропровідністю.

Таблиця 7.1. Хімічний склад матеріалу АД1 в%

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	домішок
до 0.3	до 0.3	до 0.025	до 0.15	min 99.3	до 0.05	до 0.05	до 0.1	інші, кожна 0.05; всього 0.7

Примітка: Al – основа; % вміст Al дано приблизно.

Таблиця 7.2. Механічні властивості при Т = 20оС матеріалу АД1

сортамент	σв, МПа	σт, МПа	d5 %	Y %	KCU кДж / м2	НВ
сплав відпалений	70	30	36	89	900	25

Таблиця 7.3. Фізичні властивості матеріалу АД1

Т, град	Е 10 5, МПа	а 106, 1 / Град	l, Вт / (м · град)	r, кг / м3	С, Дж / (кг · град)	R 109, Ом · м

20	0.71			2710		29.2
100		24	226			
200		25.6				

Таблиця 7.4. Зварюваність

без обмежень	зварювання проводиться без підігріву і без наступної термообробки
обмежено зварювана	зварювання можлива при підігріві до 100–120 град. і подальшій термообробці
важкозварювальних	для отримання якісних зварних з'єднань потрібні додаткові операції: підігрів до 200–300 град. при зварюванні, термообробка після зварювання

Матеріалом замінником є алюмінієвий сплав Д16. Сплав Д16 відноситься до термічно зміцнює алюмінієвих сплавів. Це означає, що його можна загартувати. Сплав містить 3,8–4,9% міді і 1,2–1,8% магнію.

Таблиця 7.5. Хімічний склад матеріалу А16 в%

Fe	Si	Mn	Ni	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	домішок
до 0.5	до 0.5	0.3 – 0.9	до 0.1	до 0.1	90.8 – 94.7	3.8 – 4.9	1.2 – 1.8	до 0.3	інші, кожна 0.05; всього 0.1

Примітка: Al – основа; процентний вміст Al дано приблизно.

Таблиця 7.6. Механічні властивості при Т = 20оС матеріалу Д16

сортамент	σв, МПа	σт, МПа	d5 %	Термообр.
–	470	300	19	Загартування і старіння

Твердість матеріалу Д16, сплав відпалений	НВ 10 –1 = 42 МПа
Твердість матеріалу Д16 після гарту і старіння	НВ 10 –1 = 105 МПа

Таблиця 7.7. Фізичні властивості матеріалу Д16

T, град	E 10 5, МПа	a 106, 1 / Град	l, Вт / (м · град)	r, кг / м3	C, Дж / (кг · град)
20	0.72			2800	
100		22,9	130		0,92

позначення:

– механічні властивості:

σв – Межа короткочасної міцності, [МПа];

σт – Межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації), [МПа];

d5 – Відносне подовження при розриві, [%];

y – Відносне звуження, [%];

KCU – ударна в'язкість, [кДж / м2];

НВ – твердість по Брінеллю.

– Фізичні властивості:

T – Температура, при якій отримані дані властивості, [Град];

E – Модуль пружності першого роду, [МПа];

A – Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20 °), [1 / Град];

l – Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), Вт / (м · град)];

r – Щільність матеріалу, [кг / м3];

C – Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20 ° – T), [Дж / (кг · град)];

R – Питомий електроопір, [Ом · м].

Сплав Д16 добре піддається точковому зварюванню. Проте, при газовому і аргоно-дуговому зварюванні з використанням присадки Д16, він може утворювати кристалізаційні тріщини. Межа міцності зварного

з'єднання становить 60-75% від міцності основного матеріалу. При перезакалці та природному старінні міцність зварного з'єднання може досягати 90% від міцності основного матеріалу. Проте, пластичність зварних швів знижена.

Деталі зі сплаву Д16 зазвичай експлуатуються при температурах, які не перевищують 120 °С, оскільки сплав має схильність до міжкристалітної корозії при високих температурах. Для захисту сплаву від корозії застосовується анодне оксидування.

Деталь покривається Ан.окс.нхр ГОСТ 9.301–86. Анодно-оксидне покриття дюралюмінію для отримання товстої твердої окисної плівки використовується спеціальна низькотемпературна ванна. Цей процес застосовується для збільшення зносостійкості деталей з дюралюмінію. Колір покриття Ан.окс.нхр на сплавах АД1 і Д16 зазвичай має зеленувато-блакитний колір з райдужними відтінками або без них.

Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність конструкції виробу або деталі визначається згідно з ГОСТ 14.205-83 як сукупність властивостей, що впливають на їхню пристосованість до досягнення оптимальних витрат під час виробництва, експлуатації та ремонту, враховуючи задані показники якості, обсяг випуску і умови виконання робіт.

Виробнича технологічність проявляється у зменшенні витрат коштів і часу на конструкторську та технологічну підготовку виробництва, виготовлення та контроль виробів або деталей.

сновними факторами, що впливають на вимоги до технологічності конструкції, є вид виробу, обсяг випуску і тип виробництва. Тип виробу визначає конструктивні та технологічні характеристики, які вимагають основні вимоги до технологічності конструкції, а обсяг випуску і тип виробництва визначають ступінь технологічного обладнання, механізації та автоматизації технологічних процесів.

Оцінка технологічності конструкції деталі проводиться за якісними і кількісними показниками. Якісна оцінка описує технологічність конструкції узагальнено, використовуючи такі оціночні характеристики, як "технологічно - нетехнологічно", "добре - погано" і т.д. Кількісна оцінка технологічності виражається числовим показником, який відображає ступінь відповідності вимогам до технологічності конструкції.

Таблиця 7.8., що містить дані про оброблювані поверхні деталі, кількість однакових поверхонь, їх точність, шорсткість і включення розмірів у нормальні або стандартизовані значення, дозволяє визначити приватні показники технологічності для оцінки складності обробки деталі.

Індивідуальні показники технологічності включають:

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі (Ку) - відображає ступінь використання стандартизованих або уніфікованих компонентів у конструкції деталі. Чим вищий Ку, тим більша спрощена обробка і виготовлення деталі.

Коефіцієнт точності обробки (Кт) - відображає вимоги до точності обробки поверхонь деталі. Більша точність обробки може вимагати більш складних технологічних операцій і обладнання.

Коефіцієнт шорсткості поверхонь (Кш) - відображає вимоги до шорсткості поверхонь деталі. Більша шорсткість може потребувати додаткових операцій з обробки для досягнення необхідної якості.

Зазначені показники дозволяють оцінити складність обробки деталі. Чим вищі значення Ку, Кт і Кш, тим більша складність обробки і виготовлення деталі.

У Таблиці 7.8 також можуть бути вказані дані про видалення стружки та підведення змащувально-охолоджувальної рідини під час обробки. Це важливі фактори, які впливають на ефективність та якість процесу обробки.

Загальна якісна оцінка технологічності конструкції деталі "Втулка" відносно обробки різанням з використанням автоматизованого обладнання

(верстатів з ЧПУ) може бути здійснена на підставі виконання зазначених вимог та аналізу приватних показників технологічності.

Таблиця 7.8. Визначення показників технологічності конструкції деталі

поверхня (Розмір)	кількість поверхонь Ni	Квалитет точності Ti	Шорсткість Ra, мкм ші	уніфікація розмірів
∅134	1	11	6,3	–
∅56	1	12	12,5	+
∅2,45	1	9	3,2	–
∅38	1	12	12,5	+
∅10,5	3	11	6,3	+
∅24	2	12	12,5	+
∅64	1	14	12,5	–
∅26	1	14	12,5	+
R64	3	12	12,5	–
R9	1	11	6,3	+
R10	6	11	6,3	+
R5	6	11	6,3	+
12	1	12	12,5	+
8	1	12	12,5	+
2	3	14	12,5	+
5	3	12	12,5	+
18	3	12	12,5	+
4	1	14	12,5	+
20	3	14	12,5	+
разом	42			уніфікованих 36

У таблицю внесені тільки механічно оброблювані поверхні і не внесені міжосьові відстані і тому подібні розміри між уявними об'єктами (наприклад, відстань від площини до осі отвору і т.п.).

З таблиці видно, що всі поверхні виконуються по 12–14 квалітету. Це спрощує виготовлення деталі.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_y = \frac{Q_y}{N} \quad (1)$$

де Qy – кількість уніфікованих конструктивних елементів;

N – загальна кількість конструктивних елементів (поверхонь).

$$K_y = \frac{36}{42} = 0{,}86$$

Коефіцієнт точності обробки (середній квалітет точності) КТ

$$K_T = \frac{\sum T_i \cdot N_i}{N} \quad (2)$$

де Ті – квалітет точності

Ni – кількість поверхонь даного квалітету точності

N – загальна кількість поверхонь (крім різьби)

КТ = (9 · 1 + 11 · 17 + 12 · 15 + 14 · 9) / 42 = 12

Коефіцієнт шорсткості поверхонь (середня шорсткість) Кш

$$K_{Ш} = \frac{\sum Ш_i \cdot N_i}{N} \quad (3)$$

де ші – шорсткість даної поверхні

Ni – кількість поверхонь даної шорсткості

N – загальна кількість поверхонь

КШ = (3,2·1 + 6,3·24 + 12,5·24) / 42 = 10,8

Висновок: Загалом, конструкція деталі "Втулка" має середню точність 12 квалітет та середню шорсткість Ra 10,8 мкм. Більшість конструктивних елементів уніфікована, що спрощує виготовлення деталі. Загальна технологічність деталі дозволяє її виготовляти без значних труднощів. Однак, виконання окремих технічних вимог може потребувати додаткових зусиль і використання спеціалізованої технології, відповідного обладнання і оснастки. Для досягнення оптимальних результатів рекомендується вибрати раціональну технологію, яка задовольняє всі вимоги до точності, шорсткості і доступу до поверхонь деталі.

Аналіз вихідної заготовки

Для даної деталі, в якості вихідної заготовки на заводі "ЗІП" використовується прутковий метал круглого профілю АД1 КР згідно з ГОСТ 21488-76. Вихідний метал раніше нарізають на заготовки довжиною 17 мм.

Важливо, щоб діаметри круглих прутків, їх граничні відхилення та теоретична маса 1 м дроту відповідали встановленим нормам, зазначеним у ГОСТ 21488-76. Для отримання деталі збереженої якості, важливо враховувати ці параметри з таблиці 7.9.

Таблиця 7.9.

номінальний діаметр, мм	Граничне відхилення по формі, мм			Площа поперечного перерізу, мм2			Теоретична маса 1 м дроту, кг		
	норм. точності	покращення. точності	високої точності	норм. точності	покращення. точності	високої точності	норм. точності	покращення. точності	високої точності
140	– 1,60	±0,85	–	15218	15394	–	41,1	41,6	–

Механічні властивості прутків нормальної міцності при розтягуванні повинні відповідати вказаним в таблиці 7.10.

Таблиця 7.10.

Марка сплаву	Стан матеріалу прутків при виготовленні	Стан матеріалу зразків при випробуванні	Діаметр прутків, мм	Тимчасовий опір Rm, МПа	межа плинності Rp 0,2 МПа	Відносне подовження A,%
АД1	Без термічної обробки	Без термічної обробки	Від 8 до 300 включ.	60	–	25

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою

КІМ = mд / mз (4)

де mд–маса деталі, кг;

mз– маса заготовки, кг.

КІМ = 0,15 / 0,707 = 0,21.

В ході аналізу заготовки, використовуваної заводом «ЗІП», видно, що істотним недоліком є дуже низький коефіцієнт використання матеріалу, що становить 22%, що значно збільшує вартість виробу.

Проектування маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі і формування технологічних операцій механічної обробки

Механічну обробку розподіляємо на різні операції, установки, позиції та переходи, визначаємо послідовність операцій і їх кількість. Проте, на поточному етапі технологічного процесу виявлені деякі помилки. Для кожної операції ми вибираємо відповідне обладнання і розробляємо конструктивну схему пристосування. Розподіл обсягу обробки на операції, вибір обладнання та формування операцій залежать від конструктивно-технологічних особливостей деталі і вимог до її основних, найбільш відповідальних поверхонь, а також від умов виробництва.

Операційна технологія розробляється з урахуванням місця кожної операції у маршрутній технології. На момент проектування кожної операції ми знаємо, які поверхні були оброблені на попередніх операціях і з якою точністю, а також які поверхні потрібно обробити на даній операції і з якою точністю. Проектування технологічних операцій пов'язане з розробкою їх структури, складанням схем налагоджень, розрахунком настроювальних розмірів та очікуваної точності обробки, визначенням режимів обробки і норми часу.

Під час розрахунків точності та перевірки продуктивності може знадобитись зміна маршрутної технології, вибір іншого обладнання, зміст операції або умов її виконання. Операційна технологія дає можливість

видати завдання на конструювання спеціального устаткування, засобів механізації та автоматизації, а також розробку засобів технічного оснащення.

При проектуванні технологічних операцій враховується багатоваріантність завдання, а варіанти оцінюються з точки зору продуктивності і собівартості, керуючись техніко-економічними принципами проектування і прагнучи до максимальної економії часу і високої продуктивності.

У даному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмуванням (ЧПУ), токарні верстати з гідросуппортом, токарно-револьверні універсальні верстати, поздовжньо-фрезерні верстати та фрезерно-свердлильно-розточувальні верстати (ОЦ).

Зведемо розроблений маршрут виготовлення робили «Втулка» в таблицю 7.10.

Таблиця 7.10. Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Втулка»

№ операції	Найменування і короткий зміст операції	устаткування	пристосування
005	контрольна Перевірити пруток на відповідність ГОСТам		плита контрольна
010	заготівельна Різати металу на заготовки довжиною 17	Відрізний кругопільний автомат 8Г663	Шангенцірк. ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89
015	Токарська <u>Уст.А</u> поз.I Підрізати торець, витримуючи Ø134h14 до 15,5H13; Поз.II	Універсальний токарний верстат 1К62	3–х кулочковий патрон; Різець прохідний прямий Свердло центр. ГОСТ 14952–75

	Гостру кромку притупити; Уст.Б Поз.I Підрізати торець, витримуючи Ø134h14 до 15,5H13; Поз.II гостру кромку притупити поз.III центрованим; позIII поз.IV Свердлити наскрізний отвір Ø32 за 2 переходи інструменту Поз.VI Розточити отвір Ø56H12 на глибину h = 5H12 с / ч за 3 переходи інструменту		свердло 12 свердло 32 ГОСТ 10903–77 різець розточний
020	контрольна		Шангенцірк. ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89 Зразки шорсткості ГОСТ 9378–93
025	Фрезерно–свердлильно–розточна Вуст. А Поз.I Свердлити 2 отвори Ø18H12 під фрезерування за 2 переходи; Поз.II Фрезерувати 3 поглиблення R640.2, паз 26H14 х 4H14 за 4 переходи інструменту;± Поз.III Расфрезеровать 2 отвори Ø24H12 і доопрацювати R5 в зниженнях за 5 переходів інструменту; Поз.IV Свердлити 3 отвори Ø10,5H11 за 3 переходи інструменту Поз.V Свердлити отвір Ø2,45H9 Вуст. Б Поз.I Фрезерувати 3 паза 18H12 за 3 переходи інструменту	Вертикально–фрезерний верстат з ЧПУ ГФ2171	Керуюча програма №5510 ТО1 – свердло Ø18 ГОСТ 10903–77 ТО2 – фреза Ø20 ГОСТ 16225–81 ТО3 – фреза Ø10 ГОСТ 16225–81 ТО4 – свердло Ø10,5 ГОСТ 10903–77 ТО5 – свердло Ø2,45 ГОСТ 10903–77 Керуюча програма №6003 ТО1 – фреза Ø10

			ГОСТ 16225–81
030	промивна Промити деталі в бензині ГОСТ 8505–80 і продути стисненим повітрям	промивальне відділення шафа витяжна	Ємність 10 л. Окуляри захисні ГОСТ 124.013–79 Сітка Рукавички гумові ГОСТ 20010–93
035	контрольна Перевірити розміри с / ч Відсутність гострих кромок і задирок Остаточний контроль деталі	стіл	пробка ОП Ø2,45Н9 (НЕ) пробка ОП Ø10,5Н11 (НЕ) візуально
040	гальванічна За окремим ТП		

Всі операційні ескізи представлені в графічному матеріалі.

З таблиці видно, що новостворений технологічний процес значно зменшує кількість операцій і використовуваного обладнання, а також скорочує витрати часу, пов'язані з переміщенням деталі з одного верстата на інший. Це веде до підвищення продуктивності в умовах середньосерійного виробництва.

Розробка операційного технологічного процесу обробки деталі

Вибір технологічного обладнання

При виборі моделі верстата перш за все необхідно враховувати його здатність забезпечувати точність розмірів і форми виготовлюваних деталей, а також якість їх поверхні. Якщо ці вимоги можуть бути задоволені декількома типами верстатів, вибір конкретної моделі здійснюється з таких причин:

Відповідність основних розмірів верстата габаритам оброблюваних деталей, які встановлюються згідно прийнятої схеми обробки.

Відповідність продуктивності верстата заданому масштабу виробництва.

Можливість роботи на оптимальних режимах різання.

Відповідність потужності верстата.

Можливість механізації та автоматизації виконуваної обробки.

Мінімальна собівартість обробки.

Реальна можливість придбання верстата.

Необхідність використання наявних верстатів.

Вибір верстатного обладнання є одним з найважливіших етапів при розробці технологічного процесу механічної обробки заготовки, оскільки правильний вибір визначає продуктивність виготовлення деталі, ефективне використання виробничих площ, електроенергії та, в кінцевому рахунку, собівартість виробу.

У даному випадку ми маємо справу з середньосерійним типом виробництва для даної деталі. Тому верстати, що використовуються для обробки, повинні бути переважно універсальними, здатними до швидкої переналагодження на обробку інших деталей, здатні обробляти деталі різної форми, розмірів, маси і т.д. Вони повинні забезпечувати необхідну точність, шорсткість та взаємне розташування поверхонь. Крім того, бажано, щоб верстати мали невелику вартість.

Враховуючи вище сказане, у розробленому технологічному процесі механічної обробки будуть використовуватися наступні типи обладнання:

Контрольна станція - будь-який тип столу для здійснення контролю на цій операції.

Заготівельний верстат: відрізний круглопильний автомат 8Г663. Цей верстат призначений для розрізання дисковими пилами чорних металів в заготівельних цехах машинобудівних, ремонтних і інших підприємств.

Таблиця 7.11. Технічні характеристики верстата 8Г663

Діаметр пилки, яка встановлюється на верстаті, мм	800

Діаметр встановлюваної круглої заготовки, мм	80 – 285
Найбільший розмір поперечного перерізу встановлюється профільної заготовки, мм: квадрата прямокутника швелера двотавру куточка	 250 230x260 / 210x310 330 330 160
Довжина відрізається заготівлі, мм	20 – 1500
Найбільша довжина заготовки, що надходить на разрезку, мм	6000
Кількість швидкостей шпинделя	6
Частота обертання шпинделя, хв–1	2,99 – 16,85
Найбільша величина подачі бабки пилкового диска, мм / хв	800
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	7,5
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	11,11
Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	 3765 2400 1690
Маса верстата, кг	4440

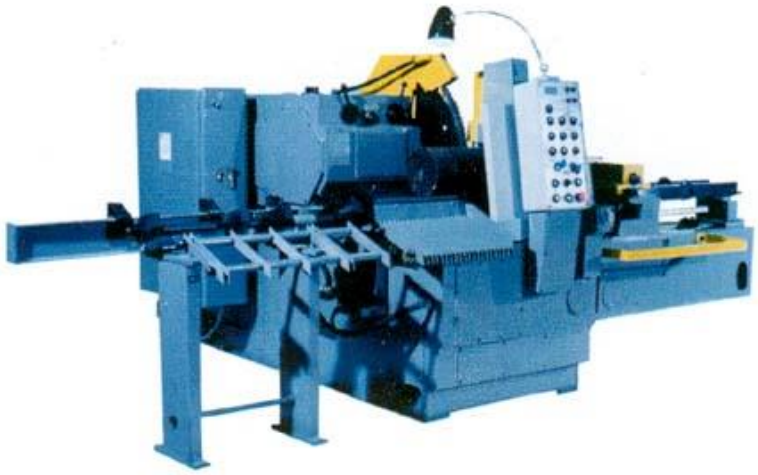


Рис. 7.2. Зовнішній вигляд відрізного кругопільного автомата 8Г663

015 Токарська – обладнання: універсальний токарний верстат 1К62

Токарно-гвинторізні верстати моделі 1К62 є широко поширеними в нашій промисловості та виготовляються на вітчизняних верстатобудівних заводах у великій кількості. Вони повністю задовольняють основним вимогам, які ставляться до токарних металорізальних верстатів.

Для токарного верстата 1К62 можуть бути включені додаткові пристрої та частини відповідно до спеціальних замовлень. Це включає верхні санчата з механічним переміщенням, що дозволяють точити конуси за допомогою механічної подачі; пристосування для обробки багатогранників; пристосування для багатопрохідного нарізування різьби; гідрокопіровальний супорт; конусна лінійка; задній резцедержатель та інші універсальні пристрої.

Основними перевагами цієї серії верстатів є висока потужність головного приводу, велика жорсткість і міцність всіх ланок кінематичного ланцюга, надійність і стійкість до вібрацій конструкції.

Таблиця 7.12. Технічні характеристики верстата 1К46

параметри верстата	
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:	
над станиною	435
над супортом	224
Найбільша довжина оброблюваної	1000,1500

заготовки, мм	
Розмір внутрішнього конуса в шпинделі	Морзе 6
Діаметр циліндричного отвору в шпинделі	55 (62 *)
Число ступенів частот обертання шпинделя	23
Частота обертання шпинделя	12,5 ... 2000 хв–1
Число ступенів робочих подач:	
поздовжніх	42 (56 *)
поперечних	42 (56 *)
Робочі подачі, мм / об:	
поздовжні	0,70 ... 4,16 (0,036 ... 7,54 *)
поперечні	0,035 ... 2,08 (0,018 ... 3,77 *)
Число різьб:	
метричних	45 (53 *)
дюймових	28 (57 *)
модульних	38
пітчевих	37
Архімедова спіралі	5
Крок нарізати різьблення:	
метричної	0,5 ... 192 мм
модульної	0,5 ... 48 модулів
дюймової	24 ... 15/8 ниток на дюйм
пітчевої	96 ... 1 питч
Архімедова спіралі	3/8 ", 7/16", 8; 10 і 12 мм
Швидкі установчі переміщення супорта, м / хв:	
поздовжнього	4,5
поперечного	2,25
Розмір внутрішнього конуса в задній бабці	Морзе 5
Найбільше переміщення пінолі задньої бабки, мм	200
Поперечний зсув корпусу задньої бабки, мм	± 15
Найбільше перетин різця	25
Тиск повітря, МПа	0,4 ... 0,6
Харчування від електромережі напругою	220/380 В (50 Гц)
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	11 (7,5 *)
Габаритні розміри верстата, мм:	

довжина	2786, 3286, 3786
ширина	1200
висота	1500
Маса верстата, кг, при довжині обробки:	
1000мм	3080
1500мм	3440
2000мм	3800

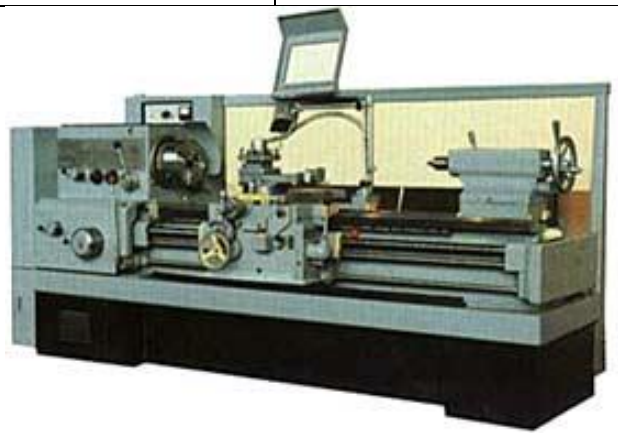


Рис. 7.3. Зовнішній вигляд токарного верстата 1К62

020 Контрольна – обладнання для цієї операції стіл будь–якого типу

025 Фрезерно–свердлильно–розточна.

У даній операції рекомендується використовувати вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ (числовим програмуванням) і автоматичною зміною інструменту моделі ГФ2171. Цей верстат призначений для багатоопераційної обробки складних деталей з різноманітних матеріалів, таких як сталь, чавун, кольорові сплави і легкі сплави. Він здатен виконувати фрезерні операції, свердління, зенкування, розгортання і розточування отворів.

Основними перевагами верстатів з ЧПУ є простота переналагодження для обробки інших деталей і відсутність потреби у складній та дорогій оснастці, такій як кондуктори та копіри. Ці верстати є ефективними як для одиночного, так і для серійного виробництва. Вони дозволяють обробляти багато інструментів з використанням принципу концентрації переходів.

Недоліком верстатів з ЧПУ є їх висока вартість. Однак, при повному завантаженні та правильній експлуатації вони є економічно вигідними варіантом.

Таблиця 7.13. Паспортні дані вертикально–фрезерного верстата з ЧПУ моделі ГФ217

Розміри робочої поверхні стола, мм	
довжина	1600
ширина	400
Найбільше переміщення столу, мм	
поздовжнє (вісь Х)	1 000
поперечне (вісь У)	400
вертикальне (установче)	250
Найбільше переміщення повзуна (вісь Z), мм	250
Швидкість швидкого переміщення по всіх осях, мм / хв	6000
Межі робочих подач по всіх осях (Безступінчасте регулювання), мм / хв	3–4800
Частота обертання шпинделя, об / хв	40–2000
Ряд частот обертання шпинделя	40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1000,1250,1600,2000
Конус шпинделя N50	7:24 ГОСТ 24644–81
Кількість інструментів в магазині	12
Час зміни інструменту, з	20
Максимальна маса заготовки з пристосуванням, що встановлюється на столі, кг	500
Потужність електродвигуна приводу шпинделя, кВт	7,5
система ЧПУ	2С42–65
Дискретність завдання переміщень, мм	0,01
Кількість керованих координат	
всього	3
одночасно керованих	2
Габаритні розміри верстата, мм	
довжина	3680
ширина	4170
висота	3150

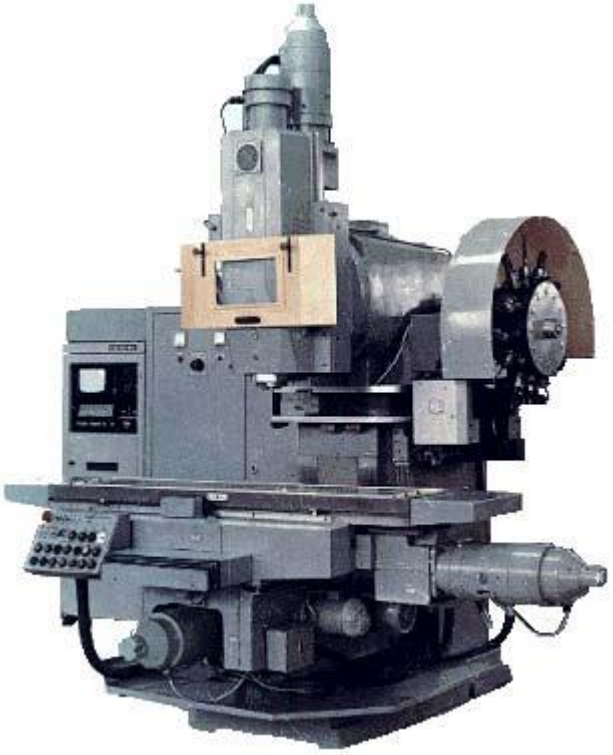


Рис. 7.4 Зовнішній вигляд вертикально–фрезерного верстата з ЧПУ моделі ГФ217

030 Промивна – промивальне відділення, шаф витяжних

035 Контрольна – обладнання для цієї операції стіл будь–якого типу

040 Гальванічна

Вибір ріжучих інструментів

У процесі різання і перетворення заготовки в готовий виріб, використовуються різні види рухів, які визначаються за ГОСТ 25762–83. Основними видами рухів є:

Головний рух різання (dr): Це прямолінійний поступальний або обертальний рух заготовки або різального інструменту, який відбувається з найбільшою швидкістю Vв під час різання.

Рух подачі (Ds): Це прямолінійний поступальний або обертальний рух ріжучого інструменту або заготовки, швидкість якого Vs менше швидкості головного руху різання. Рух подачі призначений для поширення відділення шару матеріалу на всю оброблювану поверхню.

Дотичний рух: Це прямолінійний поступальний або обертальний рух ріжучого інструменту зі швидкістю Vk, яка менше швидкості головного руху різання. Цей рух спрямований по дотичній до різальної кромки і призначений для зміни контакту з ділянками ріжучої кромки заготовки.

Результуючий рух різання: Це сумарний рух Ve ріжучого інструменту щодо заготовки, який включає головний рух різання, рух подачі і дотичний рух.

Різальний інструмент складається з робочої частини, яка містить леза і виглажуватели (якщо такі є), і кріпильної частини, яка служить для установки і закріплення інструменту в обладнанні або пристосуванні. Ріжучий інструмент може бути виготовлений з різних матеріалів, таких як сталь, чавун, твердосплави тощо, залежно від його призначення і властивостей матеріалу, який обробляється.

При оптимізації процесу різання важливим є правильний вибір кутів заточування інструменту в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу, міцнісних характеристик інструментального матеріалу, а також типу рухів заготовки та різального інструменту.

Більшість металорізальних інструментів виготовляють складовими, де робоча частина зроблена з інструментального матеріалу, а кріпильна частина - зі звичайних конструкційних сталей. Твердосплавні інструменти можуть мати робочу частину зі швидкорізальної сталі або твердого сплаву, які з'єднують з кріпильною частиною за допомогою зварювання, пайки або інших видів кріплення.

Для вибору різального інструменту враховуються характеристики операцій, обладнання та можливість використання стандартного різального інструменту.

Вибір ріжучих інструментів для кожної технологічної операції виробляємо по ГОСТу і зводимо в таблицю 7.14.

Таблиця 7.14. Вибір різального інструменту по маршруту обробки

№ операції	найменування операції	пристосування
015	Токарська	Різець прохідний прямий ГОСТ 18878–82 Свердло центр. ГОСТ 14952–75 свердло 2301–3587 ГОСТ 10903–77 свердло 2301–3689 ГОСТ 10903–77 різець розточний ГОСТ 18882–82
025	Фрезерно–свердлильно–розточна	Свердло 2301–36117 ГОСТ 10903–77 Фреза 2223–1020 ГОСТ 16225–81 Фреза 2220–0533 ГОСТ 16225–81 свердло 2301–3581 ГОСТ 10903–77 Спец. інструмент–свердло Ø2,25

Вибір засобів технічного контролю

Організаційно-технічні фактори, які впливають на вибір методів і засобів вимірювань, включають такі аспекти:

Тип виробництва: Різні типи виробництва (одиничне, дрібносерійне, багатосерійне, масове) вимагають різних підходів до контролю і вимірювань. Наприклад, у виробництві одиночних і дрібносерійних виробів, де кожна деталь може бути унікальною, може застосовуватися суцільний 100% контроль. У великосерійному та масовому виробництві, де деталі виготовляються великою кількістю, може бути застосований статистичний контроль.

Стабільність технологічного процесу: Якщо технологічний процес стабільний і має малу варіацію, то можуть використовуватися менші обсяги контролю. У випадку нестабільного технологічного процесу, можуть бути необхідні більші обсяги контролю.

Взаємозамінність: Якщо вироби мають високі вимоги до взаємозамінності, то може використовуватися більш жорсткий контроль, включаючи вибірковий або статистичний контроль. У випадку повної взаємозамінності може застосовуватися менший обсяг контролю.

Економічна обґрунтованість: Вибір спеціальних засобів вимірювання, таких як калібри, контрольні пристосування та засоби автоматизованого контролю, повинен бути обґрунтованим з економічної точки зору. Вони можуть бути вигідні в великосерійному і масовому виробництві, де вони забезпечують підвищену продуктивність операцій контролю.

Конструктор, технолог і метролог повинні спільно оцінювати і вирішувати питання вибору засобів вимірювання та організації контролю довіреної продукції. Основний принцип полягає в досягненні єдності вимірювань, щоб забезпечити консистентність і точність оцінки геометричних параметрів деталей у процесі виробництва.

Так, конструктивні параметри виробу, такі як габарити, маса, жорсткість конструкції, конструктивні особливості та доступність до точок контролю, мають значний вплив на вибір методів і засобів вимірювання. Залежно від цих параметрів можуть використовуватися різні типи методів вимірювання.

Контактні і безконтактні методи: Для деталей нежорсткої конструкції зазвичай застосовуються безконтактні методи вимірювання, щоб уникнути деформації або пошкодження вимірюваних деталей. Контактні методи вимірювання можуть застосовуватися для жорстких конструкцій.

Абсолютні і відносні методи: Абсолютні методи вимірювання використовуються для прямого вимірювання розмірів деталей без посилання на інші точки чи деталі. Відносні методи вимірювання вимагають посилання на вже виміряні розміри або відомі референсні точки.

Прямі і непрямі методи: Прямі методи вимірювання використовуються, коли безпосереднє вимірювання розміру деталі є можливим. У разі, якщо безпосереднє вимірювання неможливе, можуть застосовуватися непрямі методи, які базуються на вимірюваннях інших параметрів, які є взаємозв'язаними з розміром.

Стаціонарні і переносні засоби вимірювань: В залежності від розмірів деталей можуть використовуватися стаціонарні або переносні засоби вимірювань. Для великогабаритних деталей зазвичай використовуються переносні засоби вимірювань.

На підприємстві контроль якості продукції здійснюється відділом технічного контролю (ВТК). ВТК має на меті запобігати випуску неякісної продукції на всіх етапах виготовлення, контролювати дотримання технологічної дисципліни в цехах, оформлювати документи про приймання готової продукції і документи на утилізацію виробів, а також проводити аналіз браку. Контроль якості також здійснюють контрольні майстри і контролери безпосередньо в цехах, які підпорядковані ВТК. Оцінка якості

праці виробничих робітників проводиться шляхом визначення відсотку продукції, що задовольняє вимогам ВТК з першого пред'явлення.

Заходи технологічного та організаційного характеру, такі як впровадження системи сертифікації якості ІСО 9004-2001, можуть бути використані для підвищення якості продукції на машинобудівних підприємствах і сприяти її конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

Вирішенням завдань контролю якості на підприємстві займається відділ технічного контролю (ВТК). ВТК виконує технічне приймання матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів, що надходять від постачальників. Для забезпечення якості контрольно-вимірювальної діяльності підпорядкований ВТК центрально-вимірювальній лабораторії (ЦВЛ) і контрольно-вимірювальним пунктам, які обслуговують цехи заводу.

ЦВЛ займається розробкою і впровадженням перевірочних схем, контролює експлуатацію і стан вимірювальних засобів, а також перевіряє їх в плановому порядку. Для контролю розмірів, форми, якості поверхонь і шорсткості вимірювальної плити та деталей на проектованій ділянці передбачається місце для контролера, контрольного столу і контрольної плити.

При виборі засобів вимірювань враховуються розміри, форма і точність вимірюваної поверхні. Для лінійних розмірів застосовують штангенциркулі (за ГОСТ 166, наприклад, ШЦ-І-125-0,1-1, ШЦ-ІІ-160-0,05) і спеціальні шаблони, які дозволяють зекономити час під час контролю. Діаметральні розміри контролюються за допомогою калібрів-пробок (за ГОСТ 14810-69) і калібрів-скоб (за ГОСТ 18360-93), а на проміжних переходах - штангенциркулем.

Контроль шорсткості поверхонь деталей проводиться шляхом порівняння зразків шорсткості за ГОСТ 9378-75. Для перевірки биття використовується спеціальне пристрій з індикатором. Вимірювальний наконечник годинного типу індикатора, встановленого на штативі,

підводиться до контрольної поверхні, а деталь повертається на повний оберт. За показаннями індикатора судять про величину биття.

Використання цих засобів контролю дозволяє забезпечити вимоги якості і точності виготовлених деталей і виробів на підприємстві.

Таблиця 7.15. Засоби технічного контролю застосовуються на кожній

операції № операції	найменування операції	засоби технічного контролю
015	Токарська	Штангенциркуль ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89
030	контрольна	Штангенциркуль ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89 Зразки шорсткості ГОСТ 9378–93
045	контрольна	Пробка (Ø2,45Н9 (НЕ)) ГОСТ 14810–69 Пробка (Ø10,5Н11 (НЕ)) 8133–0923 Н9 ГОСТ 14810–69

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Процедура встановлення та підготовка до роботи.

1. Встановлення тістоподільника на фундаментні болти.

2. Переконайтися, що шнек обертається правильно. Шнек обертається за годинниковою стрілкою (якщо дивитися зі сторони мотор-редуктора).

3. Перед початком роботи запустити тістоподільник на холостому ходу та перевірити, чи працює він належним чином.

4. Вагу тіста необхідно регулювати кожного разу при зміні типу тіста.

Правила експлуатації тістоподільних машин:

Для правильної експлуатації тістоподілювачів необхідно:

- Тісто рівномірно подавати в приймальний бункер, а рівень тіста в бункері підтримується на найвищому рівні;
- Під час роботи відрегулюйте необхідну вагу і регулярно перевіряйте точність поділу;
- Очищайте робочі частини машини чистим високоякісним рослинним маслом і змащуйте нерідше одного разу на зміну;
- Після закінчення роботи вимити гарячою водою всі частини машини, які контактують з тістом, і протерти станину машини від сухого тіста.

Щоб запобігти нещасним випадкам, не проштовхуйте тісто з завантажувального бункера в робочу зону руками.

Оператори тістообробних машин виконують такі технічні завдання, як обслуговування шнекових тістообробних машин, які ріжуть житнє та пшеничне тісто, здійснюють процеси формування тіста, регулюють подачу тіста в воронки машини, перевіряють якість і вагу тістових заготовок, усувають нестандартні заготовки, а також змащують і чистять окремі деталі машини.

Відділення розташоване в приміщеннях категорії П-ІІа, де існує пожежна небезпека.

Оператором тістообробних машин можуть працювати особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання, перевірку наявних знань у діючій комісії з питань охорони праці, первинний інструктаж та проходження стажування в кількості 2-15 змін (залежно від стажу роботи, досвіду та посадових обов'язків) стажування для вивчення прийомів безпечного ведення виробничого процесу та мають першу кваліфікаційну групу допуску з електробезпеки.

Оператори тістообробних машин мають такі обов'язки:

- виконувати зобов'язання з охорони праці, передбачені колективними, трудовими угодами чи договорами та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства.
- проходити в установленому порядку всі медичні огляди підприємства.
- співпрацювати з власником у створенні безпечних та не шкідливих умов праці, впроваджувати посильних заходів для усунення виробничих ситуацій, які можуть створити загрозу життю чи здоров'ю, оточуючим людям або навколишньому природному середовищу, і повідомляти про них своєму безпосередньому керівникові або іншій уповноваженій ним особі.
- підтримувати робоче місце в чистоті та порядку;
- дотримуватися встановленого режиму пожежної безпеки та не використовувати відкритий вогонь.
- надавати першу допомогу потерпілим у разі нещасного випадку;
- знати і дотримуватися вимог цієї інструкції, правил виробничої санітарії та правил поводження з машинами, обладнанням та іншими засобами виробництва.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Процес виробництва хліба досить гнучкий, складний і трудомісткий. Для того, щоб хліб вийшов з печі, необхідно, щоб він пройшов через безліч машин та технологічних агрегатів. Процес виробництва може тривати понад 12 годин. У даному роздід я спробую розповісти про °Сновні технологічні стадії виробництва хліба.

Технологічний процес виробництва хліба та булочних виробів складається з наступних шести етапів: прийому та зберігання сировини; підготовки сировини до пуску у виробництво; приготування тіста; оброблення тісту (поділ); випікання та зберігання випечених виробів та відправлення їх у торговельну мережу.

Тістоділильна машина (тістоподільник) - обладнання, призначене для поділу тіста на заготівлі рівної маси.

При виборі тістоділильної машини найчастіше орієнтуються на спосіб поділу, що лежить в основі роботи дільника, на його продуктивність і, звичайно, на максимальну і мінімальну масу тісту (заготовки, межа поділу, залежно від моделі та способу поділу, може бути від кількох грамів до кілограмів).

При виробництві пшеничного хліба та булочних виробів обробка тіста включає такі операції: розподіл тіста на шматки, округлення, попереднє вистоювання, формування та остаточне вистоювання тістових заготовок.

Розподіл тісті на шматки проводиться в тістоділильних машинах. Маса шматка тіста встановлюється, виходячи із заданої маси штуки хліба або булочних виробів з урахуванням втрат у масі шматка тіста при його випіканні (впіканні) та штуки хліба при остиганні та зберіганні (усушка).

Після тістоділильної машини тісто надходить у округлювальні машини, де їм надається кругла форма. Після цього тістова заготовка повинна протягом 3-8 хвилин відлежатися для відновлення клейковинного каркаса, після чого надходить на формувальну машину, де їй надається певна форма (батони, сайки, булки і т.д.).

В даному розділі ми підберемо основні датчики для створення системи управління процесом виробництва хліба.

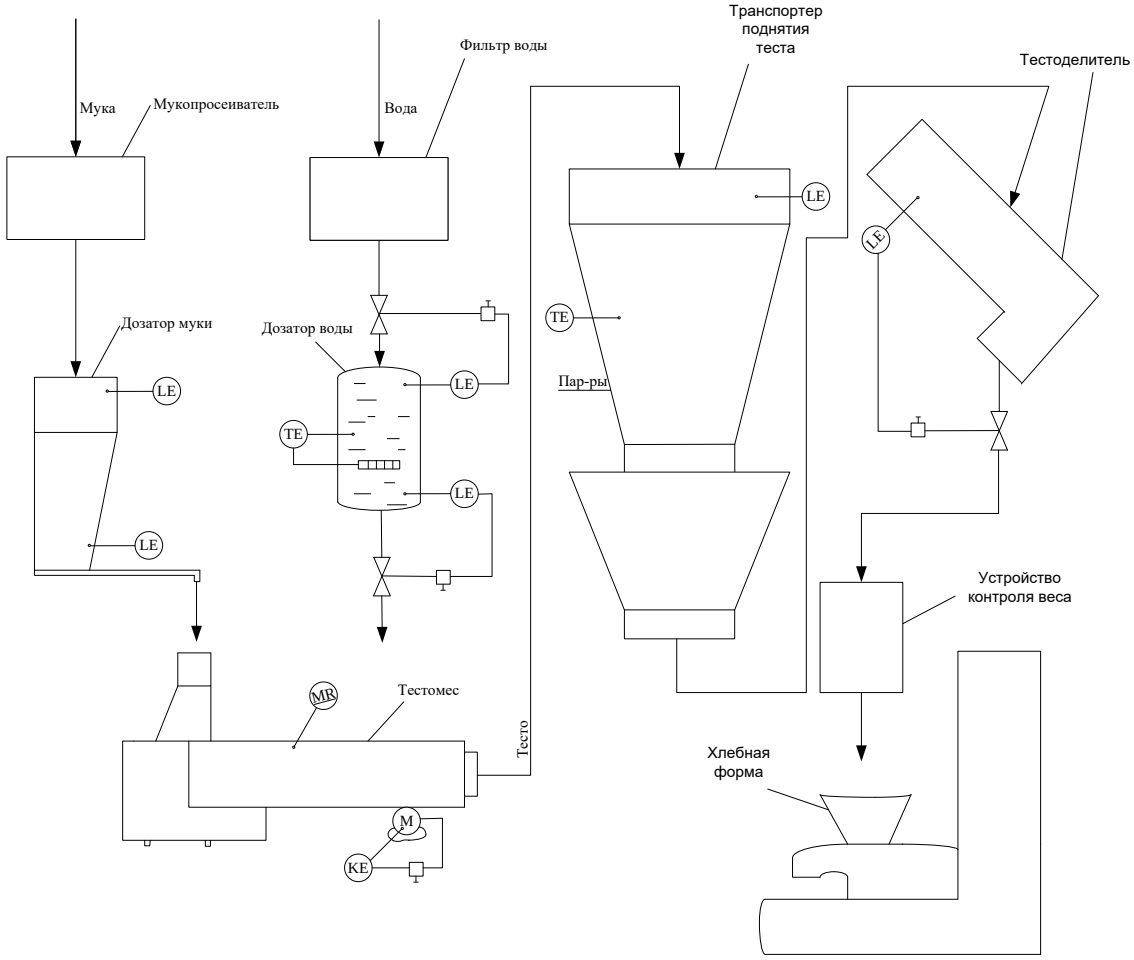


Рис. 10.1. Фунціанальна схема управління та сповіщення при виробнитві хліба

Вибір датчиків

Датчик контролю рівня сипучих речовин

Датчик контролю рівня сипучих речовин INNOLevel

Вимикач INNOLevel є датчиком рівня заповнення і використовується для моніторингу рівня сипких матеріалів. Він може бути використаний як датчик заповнення, спустошення або проміжного рівня.

Стандартні приклади застосування датчика рівня для сипучих матеріалів INNOLevel:

- будівельні матеріали (цемент, сухі суміші, гіпс);
- харчові продукти (борошно, цукор, крохмаль);
- комбікорми;
- зерно;

і багато іншого.

Переваги:

Вимикач INNOLevel є економічним рішенням для достовірного вимірювання рівня заповнення, а також має ряд переваг:

- сертифікати ATEX для пилових вибухонебезпечних середовищ;
- високий коефіцієнт корисної дії;
- надійність;

- широке коло застосування.

Технические данные датчика уровня INNOLevel	
Корпус	Алюминий, степень защиты IP66
Допуски	ATEX II 1/2D
Температура процесса	-25 °C ..+ 80 °C
Давление	Макс. +0,8 Бар
Чувствительность	От 100 г/л, 3 регулировочных положения
Напряжения питания	110-120 VAC или 220-240 VAC, 50-60 Гц 24 VAC или 48 VAC, 50-60 Гц 24 VDC
Технологическое подключение	Резьба R 1 ½", NPT 1 ¼"
Подшипник	Высококачественный подшипник скольжения с тефлоновым покрытием

Датчик рівня води

Сигналізатори рівня СУ-802

(Рівноміри рідини, датчики рівня сипких продуктів, сигналізатори рівня рідини, сигналізатори рівня води, датчики рівня рідини).

Сигналізатори рівня рідини СУ-802 – це компактні та надійні прилади для стеження за рівнем різних рідких середовищ у ємностях. Відмінна альтернатива поплавковим, електричним, акустичним та оптичним сигналізаторам, т.к. позбавлений багатьох обмежень, властивих останнім.

З іншого боку, СУ-802 є датчиком рівня сипких матеріалів, тобто. дозволяє стежити за рівнем сухого пилу, зерна та інших сипких матеріалів у бункерах. Можливість використання у харчовій промисловості.

Сигналізатори застосовуються при температурах від - 40 до 300°С, а при необхідності до 350°С.

Галузь застосування:

- регулювання та вимірювання рівня рідини в резервуарах

- Визначення рівня суміші нафта-вода в установках сепарації сирої нафти

- захист від переливу нафтопродуктів у системах наливу у залізничні та автоцистерни.

Найменування	Характеристика
Контрольовані середовища	різні рідини з щільністю від 0,7 до 1,45г/см 3 та сипучі матеріали з розміром гранул не більше 5мм та пил
Виконання	Загальнопромислове та вибухозахищене з маркуванням: Їх - ExiaIICT5 X Вн - 1ExdIIB5T X
Вихідний сигнал	токовий дискретний з релейним виходом струмовий безперервний (без релейного виходу)
Похибка спрацьовування у нормальних умовах	+1,0мм
Максимальна робоча температура	для первинного перетворювача 200...300°С для електронного блоку 80°С
Напруга живлення	від 12 до 24 В
Максимальний робочий тиск	10МПа

Вологомір чижовий для визначення вологи продуктів і харчової сировини кварц-21м

КВАРЦ-21М - прилад чижовий для визначення вологості тіста, харчової сировини та продуктів, у тому числі хлібобулочних виробів (вологомір) (2 блоки, можливість регулювання температури).

Прилад визначення вологості харчової сировини та продуктів (аналог приладу Чижовой). Призначений для контролю вологості сировини, напівфабрикатів та готової продукції у харчовій промисловості.

Датчик числа оборотів іс-144

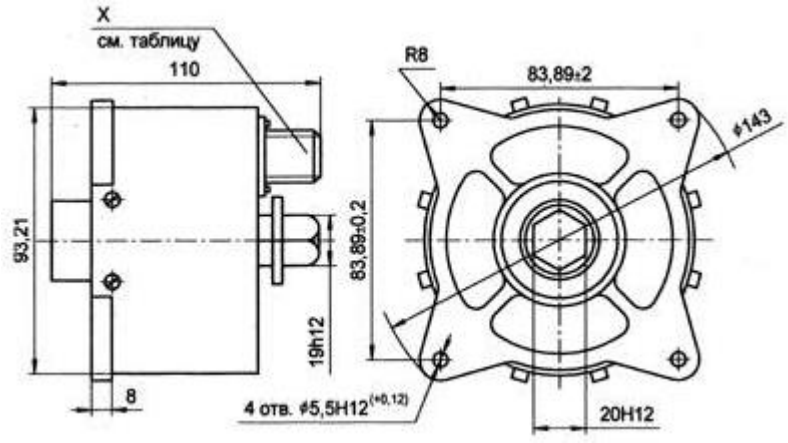
Призначений для вимірювання чисел оборотів валів виробу в діапазоні 0 - 21000 ± 1000 об/хв.

Габаритні розміри:

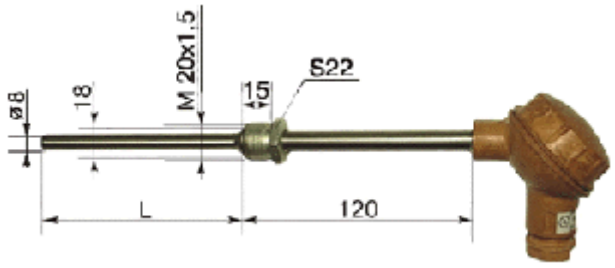
діаметр 143 х 110 мм.

Настановні розміри:

4 відп. діам. 5, 5Н12 (+0,12) з координатами (90±0.2 мм), (90±0,2) мм. Маса 650 ± 30 г. Перехідний опір замкнутих контактів датчика не повинен перевищувати 0.5 Ом при струмі 300 мкА в нормальних умовах. Опір ел. ланцюга при розімкнених контактах не менше 10 МОм. Інтервал робочих температур від –50 до +70 °С.



Термоперетворювач тс 035-50м.в3



Термоперетворювачі опору (термопари, термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі) з кабельним висновком призначені для вимірювання температури різних робочих середовищ (вода, газ, пара, інші хімічні сполуки, сипучі матеріали) та можуть бути використані у всіх галузях промислов°Сті. Принцип дії термоелектричних перетворювачів (термоперетворювачів) ПММ, ТСП заснований на властив°Сті провідника змінювати електричний опір зі зміною температури робочого середовища. Термоперетворювачі опору (термоопіру, термоелектричні перетворювачі, термоперетворювач) розрізняють за типом чутливого елемента: мідь - ТСМ, платина - ТСП.

Вібраційний датчик рівня lvl-a1

Вібраційний датчик рівня для рідин та в'язких субстанцій. Принцип дії вібраційних датчиків рівня заснований на згасанні коливань робочих пластин резонатора (камертону) датчика в рідинах або сипких продуктах.

Перевагою вібраційних датчиків рівня є несприйнятливість до розмірів частинок, щільності та вологості середовища, впливу електричних і магнітних полів. Вібраційний датчик рівня зберігає працездатність навіть за значного налипання контрольованого матеріалу робочі поверхні пластин резонатора.

наименование	диапазон измерений (бар)	присоединение	плотность, г/см3	вязкость, мм2/сек	температура процесса [C]	защита
LVL-A1	-1...40	G1/2;G3/4;1/2NPT; 3/4NPT;R1/2; R3/4;	min 0.7	max 10000	-40...100C	IP65

Терометр testo 926

(1-канальний прилад для вимірювання температури, термопара тип Т, аудіо сигнал тривоги, з батареєю та заводським протоколом калібрування)

Швидкодіючий, ефективний прилад для вимірювання температури, Testo 926 для харчової галузі. Завдяки захисному чохлу TopSafe (опція) прилад стає стійким до забруднення, і це робить його ідеальним партнером для великих кухонь, їдалень або харчової промисловості. Крім того, прилад здійснює вимірювання мінімальних та максимальних значень, дані вимірювань можуть бути роздруковані на місці виміру на портативному Testo принтері.

- швидкодіючі зонди для будь-якої задачі;
- модель внесена до Державного Реєстру засобів вимірювань РФ;
- дані вимірювань роздруковуються на принтері Testo за місцем виміру;
- міцний захисний чохол TopSafe (опція);
- пам'ять для запису максимального/мінімального значень;
- великий дисплей, що підсвічується;
- функція Auto-Hold автоматично розпізнає останнє записане значення;
- аудіо сигнал тривоги (налаштування меж сигнальних значень).

Технічні характеристики:

Температура хранения	-40 ... +70 °C
Рабочая температура	-20 ... +50 °C
Тип батарейки	9 В батарейка, 6F22
Вес	171 г.
Габариты	182 x 64 x 40 мм
	ABS

Тип зонда Тип T(Cu-CuNi)	
Диапазон измерений	-50 ... +400 °C
Погрешность	±0.3 °C (-20 ... +70 °C) ±(0.7 °C ±0.5% от изм. знач.) (в ост. диапазоне)
Разрешение	0.1 °C (-50 ... +199.9 °C) 1 °C (в ост. диапазоне)

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Управління охороною праці в країні поділяється на рівні:

- загальнодержавний;

- регіональний (обласний, районний, міський, районний у місті, селі);

- галузевий;

- виробничий (рівень підприємств).

Державне управління охороною праці здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;

- Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки; - міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади; - місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування.

Кабінет Міністрів України:

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;

- подає на затвердження Верховної Ради України загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці;

- запроваджує єдину державну статистичну звітність з питань охорони праці.

З метою координації діяльності органів державного управління охороною праці створюється Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення, яку очолює віце-прем'єр-міністр України. Державний нагляд за додержанням законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці здійснюють:

Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки (Держпромгірнагляд);

- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки;

- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки;

- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні й не підконтрольні.

Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється Законами України "Про охорону праці", "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку", "Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи. Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (зараз цим органом є Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки Держпромгірнагляд МНС України):

- здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі та здійснює контроль за виконанням функцій державного управління охороною праці міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, місцевими державними адміністраціями та органами місцевого самоврядування;

- розробляє за участю міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Фонду соціального страхування від нещасних випадків, всеукраїнських об'єднань роботодавців та профспілок загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;

- здійснює нормотворчу діяльність, розробляє і затверджує правила, норми, положення, інструкції та інші нормативно-правові акти з охорони праці або зміни до них;

- координує роботу міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- одержує безоплатно від міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, органів статистики, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності відомості та інформацію, необхідні для виконання покладених на нього завдань;

- бере участь у міжнародному співробітництві та в організації виконання міжнародних договорів, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань, опрацьовує та подає у встановленому порядку пропозиції щодо вдосконалення і поступового наближення чинного законодавства про охорону праці до відповідних міжнародних та європейських норм.

Рішення, прийняті спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці в межах його компетенції, є обов'язковими для виконання усіма міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю.

Діяльність місцевих державних адміністрацій спрямовується на те, щоб у повсякденному житті набував практичного змісту та підтверджувався найголовніший принцип державної політики — пріоритет життя і здоров'я працівників. В умовах переходу до ринкової економіки, створення численних

підприємств та інших господарств з недержавними формами власності, що не мають галузевого підпорядкування, незмірно зростає значення місцевих органів державної виконавчої влади в організації безпечних і здорових умов праці, усуненні причин виробничого травматизму та професійних захворювань.

Законами "Про місцеві державні адміністрації" та "Про місцеве самоврядування" передбачено, що захист прав, свобод і законних інтересів громадян є одним з головних принципів, на яких ґрунтується місцеве та регіональне самоврядування. Отже, порушення цих прав, пов'язане з невиконанням вимог законодавства про охорону праці, є об'єктом та предметом діяльності місцевих державних адміністрацій та місцевого самоврядування.

Потреба в кондиційованому повітрі для процесу виробництва батонів з параметрами: t= 80°C; φ= 28%; d_1=9 г/кг; I_1=8,1 ккал/кг

подається в простір шафи вистоювання для кінцевого вистоювання та видалення тепла і вуглекислоти, що виділяються в процесі бродіння.

Кількість тепла: Q=420/32*0, 86*0,057*42.83*1000=146966.86 ккал/добу, або 612362 ккал/год., :

32 - тривалість процесу вистоювання в одному шкафу;

0,86 (86%) - сухі речовини;

0,057 (5,7%) - втрати сухих речовин в процесі бродіння;

42.83 - виділення тепла в розрахунку на 1 кг витрат сухих речовин, ккал.

Тепло, що виділяється, витрачається на підігрів повітря, яке проходить в шафі і має параметри на виході: Т-17°С; $φ_2$ - 80%; d_2= 10,0 г/кг; I_2 - 10,2 ккал/кг

Q=L*1,20(I_2-I_1) L- кількість повітря, $м^3$/год.

L=612362/1,2(I_2-I_1)=612362/1,2(10,2-8,1) = 243000 $м^3$/год

Передбачено оснащення шафи А2-ХРЗ-120 двома вентиляторами

продуктивністю по 120000 м^3/год.

Заходи захисту працівників на підприємстві

Цивільний захист (ЦЗ) являє собою систему організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, добровільними рятувальними формуваннями, що забезпечують виконання цих заходів з метою запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС), які загрожують життю та здоров'ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний час ів особливий період.

Одне з головних завдань цивільного захисту на підприємстві - це проведення заходів, що спрямовані на підвищення стійкості об'єкту в НС природного і техногенного характеру. Під стійкістю роботи промислового об'єкту розуміють його здатність в умовах цих НС випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при отриманні слабких і середніх руйнувань і порушень зв'язку по кооперації і постачанню відновлювати виробництво в мінімальні терміни.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в НС природного і техногенного характеру, а саме:

- забезпечення надійного захисту робітників і службовців від уражаючих факторів стихійних лих та техногенних катастроф;
- захист основних виробничих фондів від уражаючих факторів;
- підвищення надійності і оперативності управління виробництвом;
- забезпечення стійкості постачання всім необхідним для випуску продукції, та підготовка до відновлення порушеного виробництва .

Причини стихійних лих і виробничих аварій різні. Пожежі, наприклад, виникають не тільки в результаті дій сил природи, але й в наслідок

недотримання населенням правил протипожежної безпеки. Зсуви і обвали виникають деколи при будівельних і господарських роботах, що виконуються без врахування геологічних умов місцевості. Виробничі аварії переважно стаються із-за порушень технологічних процесів і правил техніки безпеки. Стихійні лиха і виробничі аварії небезпечні своєю раптовістю. Однак руйнівним наслідком їх можна запобігти або значно зменшити, якщо будуть прийняті попереджувальні заходи.

Успіх дій формування ЦЗ в НС природного і техногенного характеру в значній мірі залежить від своєчасної організації і проведення розвідки і від того, наскільки при цьому будуть враховані конкретні умови. При виробничих аваріях уточняють: ступінь і об'єм руйнувань та можливість проведення робіт без індивідуальних засобів захисту; наявність руйнувань, які можуть ускладнити обстановку чи призвести до збільшення наслідків аварії; місце скупчення людей, ступінь загрози для їх життя; стан електричних і комунально-енергетичних мереж. При аваріях, пов'язаних з витіканням (викидом) НХР (Небезпечна хімічна речовина) визначають: місце аварії; метеорологічну обстановку; зону забруднення та напрямок поширення НХР; тип НХР; місце скупчення людей та ступінь загрози для їх життя; тип засобів індивідуального захисту та способи ліквідації аварії; шляхи можливої евакуації і способи її проведення.

При НС природного і техногенного характеру в районах стихійних лих, місцях виробничих аварій та зонах забруднення в першу чергу виконуються заходи, пов'язані з проведенням рятувальних робіт, відверненням виникнення можливих вторинних причин, які здатні викликати загибель людей і знищення матеріальних цінностей. Роботи проводяться до повного їх завершення. Стійкість роботи підприємства при НС природного і техногенного характеру визначається ступінню його підготовки (людей і інженерно-технічного комплексу) та заходами захисту, що повинні забезпечити безперебійний випуск продукції.

На будівлі хлібозаводу та окреме технічне обладнання можуть чинити вплив землетруси. Землетруси - це сильні коливання земної кори, викликані тектонічними або вулканічними причинами, що призводять до руйнувань споруд, будівель та людських жертв. Для захисту від землетрусів завчасно визначаються сейсмічні та небезпечні зони в різних регіонах держави, тобто проводиться сейсмічне районування. Однак існує ймовірність того, що будівлі та споруди підприємства можуть піддаватися дії ураганного вітру, хоча на даній місцевості ніколи не було зареєстровано вітру силою 12 балів по шкалі Боформа. Сучасні методи прогнозу погоди дозволяють за декілька годин і навіть діб попередити населення про насування такого стихійного лиха. При проектуванні заводу була врахована так звана „роза вітрів", що дозволило розмістити будівлі і споруди заводу по критерію найбільшої стійкості дії такого природного явища, як вітри ураганної сили. Найбільшого ушкодження може зазнати тільки димар котельні, однак місце його розташування не дозволяє спричинити ушкодження інших будівель, а тим більше, не загрожує здоров'ю та життю людей. Завод може працює без припинення випуску продукції. В найбільш важких випадках надійним захистом працівників заводу являється використання захисних споруд (сховищ, ПРУ, підвалів, будівель). Для захисту хлібозаводу від пожеж, що викликані стихійними лихами (блискавки, замикання електропроводки внаслідок пошкодження магістралей і т.п.) використовуються громовідводи, автоматичні системи відключення, системи автоматичного пожежогасіння, а також первинні засоби пожежогасіння.

Наслідками виробничих аварій і катастроф на хлібозаводі, як правило являються пожежі і вибухи, в результаті яких руйнуються виробничі будівлі, пошкоджуються техніка і обладнання. В ряді випадків вони викликають загазованість повітря. Найбільш часто вибухають котли і балони, що знаходяться під високим тиском. Особливу небезпеку являють вибухи газоповітряної суміші в теплових та вентиляційних каналах хлібопекарських

печей, оскільки всі шість тунельних газових печей опалюються природним газом. Пожежі, що виникають при виробничих аваріях і катастрофах можуть викликати вибухи, які в свою чергу можуть бути вторинною причиною пожежі, так як при вибухах часто пошкоджується електропроводка, руйнуються газопроводи, перевертаються діючі вогневі установки і прилади.

Важливе місце серед заходів по підвищенню стійкості заводу при НС, пов'язаних з виробничими аваріями, займає автоматизація. Вона не тільки підвищує продуктивність праці, а й сприяє зниженню вибухо- і пожежонебезпеки на підприємстві, зменшенню небезпеки отруєння обслуговуючого персоналу та ушкодження електричним струмом. Для цього використовується автоматичні системи контролю роботи обладнання, автоматичні системи аварійного відключення та різноманітні блокуючі пристрої. Підвищенню стійкості сприяє також суворе дотримання вимог охорони праці, техніки безпеки, протипожежної безпеки при проектуванні, будівництві, реконструкції та монтажі будівель, споруд та технічних систем, а також правильна, згідно інструкцій, експлуатація діючого обладнання .

Однією з НС техногенного характеру є забруднення місцевості, де розміщується хлібозавод, НХР внаслідок їх неправильного зберігання чи транспортування. До НХР відносяться: аміак, хлор, фосген, сірчистий ангідрид, окис вуглецю, сірководень, трьох хлористий фосфор, фтористий водень і синильна кислота. По токсичному прояву НХР в основному є речовини загальноотруйної та задушливої дії, що викликають різні за характером отруєння. Зоною забруднення НХР прийнято називати територію, що потрапила під дію НХР, в результаті якої виникає небезпека ураження людей .

Хлібозавод не використовує в своєму виробництві НХР, немає також підприємств – сусідів, котрі використовують НХР при виготовленні своєї продукції. Основну небезпеку становлять аварії з витіканням (викидом) НХР при транспортуванні шляхами, що пролягають поблизу хлібозаводу.

Стійкість роботи хлібозаводу при такій НС, як витікання (викид) НХР, полягає в підготовці підприємства до захисту від НХР. Підготовка підприємства здійснюється на основі спеціально розробленого плану, який складається з плану організаційних та інженерно–технічних заходів по підготовці об'єкта до захисту від НХР: схеми оповіщення робочої зміни і населення, що проживає поблизу об'єкта, про небезпеку ураження НХР; розрахунку сил і засобів ЦЗ об'єкту для ліквідації осередків забруднення НХР; план дій формувань ЦЗ при ліквідації осередків забруднення. До заходів захисту підприємства від дії НХР відносяться:

- завчасне оповіщення про небезпеку ураження НХР;
- навчання працюючих та особового складу формувань ЦЗ до дій при загрозі ураження об'єкта НХР;
- накопичення для забезпечення всіх працюючих об'єкту, зберігання і підтримка готовності індивідуальних засобів захисту;
- пошук напівпродуктів і відходів виробництва, придатних для дегазації (нейтралізації) НХР і підготовки до приготування дегазуючих розчинів і подача їх в можливо забруднену зону .

Висновки. Хлібозавод є одним із стратегічних об'єктів народного господарства не тільки у воєнний, але й у мирний час, оскільки потреба у споживані хліба людьми є постійною. Тому велике значення має підвищення стійкості хлібозаводу в НС природного і техногенного характеру та здатність його випускати продукцію в запланованому обсязі та асортименті. Природні катаклізми, що можуть призвести до стихійних лих, виробничі аварії та катастрофи, забруднення місцевості небезпечними хімічними речовинами - все це може спричинити не тільки руйнування і знищення матеріальних цінностей, але й загибель людей. Важливу роль в забезпечені стійкості роботи хлібозаводу відіграє здатність його інженерно-технічного комплексу протистояти в надзвичайних ситуаціях, що забезпечує персоналу підприємства безпечні умови роботи та безперервність випуску продукції.

Запропоновані у розділі заходи забезпечать надійну роботу заводу під час можливих НС.

11. Охорона довкілля

В даний час екологічні проблеми привертають велику увагу. Як і багато інших виробництв, хлібопекарня є джерелом забруднення навколишнього середовища. Викиди в атмосферу (пара з котелень, борошняний пил, пар), стічні води та тверді відходи (освітлення, металева та деревна стружка деревообробних та механічних цехів, пакувальні матеріали) внаслідок процесів хлібопекарського виробництва, утворення зносу обладнання). З метою зменшення шкоди навколишньому середовищу на підприємстві впроваджено наступні природоохоронні заходи:

1. Система всмоктування. Основними джерелами борошняного пилу є склади БХМ, борошноприймальні бункери, просіювачі. Для локалізації цих пилів передбачається відсмоктування технічного обладнання та його герметизація. Система відсмоктування створює викиди в укриття технічного обладнання, запобігає викиду пилу в приміщення, видаляє відходи у вигляді пилу, тирси і дрібної стружки і відправляє їх в пилоуловлювальну установку. Функція аспіраційної системи зводиться до ефективного і надійного видалення пилу в робочій зоні промислових підприємств і захисту атмосфери від викидів пилу.

2. Водопостачання. Проектом передбачено водопостачання від міського водопроводу. Для економії води передбачено оборотне водопостачання. Оборотне водопостачання - після очищення, охолодження та обробки використаної води вона знову подається в систему, необхідну для виробництва.

3. Каналізація. До промислових стічних вод відносяться води, що містять велику кількість солі, масла тощо. Промислові стічні води на хлібозаводах утворюються зі стічних вод після очищення технологічних

ємностей і обладнання, осаду після розчинення солі, осаду, осаду технологічних розчинів.

Для очищення цієї води планується скидати її в міську каналізацію. Підприємство здійснює механічне очищення виробничих стічних вод.

4. Зливові стоки. Для відведення дощової води з покрівлі будівлі та території хлібокомбінату передбачено зливову трубу, яка скидається в міський колектор.

5. Вентиляційні викиди. На хлібопекарському підприємстві передбачена вентиляція, особливо в пекарському залі, який виділяє багато тепла в навколишнє середовище.

6. Відходи виробництва (черствий житній та пшеничний хліб) переробляються. Відбракований житній хліб використовується як інгредієнт для батонів (близько 6% додається до тіста у вигляді батонів). З відбракованого пшеничного хліба роблять панірувальні сухарі. Якщо хліб забруднений, його відвозять на місцевий сміттєспалювальний завод.

7. Зелені насадження Хлібозаводи потребують зелених насаджень для збагачення повітря киснем, а також для розсіювання та поглинання шкідливих речовин. Площа зелених насаджень повинна становити 10-15% від площі підприємства.

Висновки

У дипломій роботі був проведений аналіз сучасної конструкції тістоподільних машин з метою удосконалення нагнітальних лопатей.

Один з недоліків конструкції лопатей є високий тиск під час стиснення тіста в робочій камері. Тому, щоб розв'язати цю проблему, конструкція лопатей була змінена, щоб бути більш ефективною. За такої конструкції тиск може бути знижено за рахунок зміни об'єму робочої камери.

Було проаналізовано кінематичну схему тістоподільної машини А2-ХТН, також розраховано робочі сили на лопаті, виконано розрахунок приводу лопаті та обрано нові параметри лопаті відповідно до отриманих результатів.

Проаналізовано теоретичні закономірності процесу стиснення тіста в робочій камері.

При нагнітанні тіста лопаттю тиск впливає на:

– У разі зменшення тиску у робочій камері підвищується якість виготовлених заготовок;

– У разі збільшення об'єму нагнітальної лопаті тиск у робочій камері зменшується;

– У разі зменшення тиску у робочій камері підвищується точність роботи тістоподільника;

– У разі зменшення навантаження на тістоділильну лопать знижується енергоспоживання.

Список використаних літературних джерел

1. Лісовенко О.Т., та ін.. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. / О.Т. Лісовенко, О.А. Руденко–Грицюк, І.М. Литовченко // – К.: «Наукова думка», 2000. – 281 с.

2. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О.О. Губеня, М. Г. Десик, О. М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.

3. Modeling of the process of kneading the yeast dough by cam operating elements / Vitalii Rachok, Volodymyr Telychkun, Yevgenii Shtefan, Yuliya Telychkun, Stanka Damyanova // 31.05.2019

4. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко; за ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.

5. Мирончук В.Г., Люлька Д.М., Єщенко О.А., Свідерська О.І. Монтаж та технічний сервіс обладнання / В.Г. Мирончук, Д.М. Люлька, О.А. Єщенко, О.І. Свідерська. Практикум: навч.посіб. / За ред. В.Г.Мирончука. – К.: НУХТ, 2017. – 162 с.

6. Пучкова Л.И. Технология хлеба / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева – СПб.: Гиорд, 2005.– 557 с.,

7. Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв // П.В. Гурський, Ф.В. Перцевий, І.С. Гулий. Практикум. Навч.посібник. – Харків: 2001. – 230 с.

8. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: Навчальний посібник для студентів механічних фахів. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.

9. Казаков, Н. Ф. Технология пищевого машиностроения: Учебник для ВУЗов по специальности ”Машины и аппараты пищевых производств“ [Текст] / Н. Ф. Казаков, Г. А. Мартынов. – М. : Машиностроение, 1982. – 296 с.

10.Трегуб, В. Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств [Текст] / В. Г. Трегуб, А. П. Ладанюк. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 362 с.

11. Гатилин Н. Ф. Проектирование хлебзаводов. – М. : Агропромиздат, 1975. – 376 с.

12. Горошко М. К. Основи теории и расчета машин–автоматов и автоматических линий хлебопекарной пром–сти. – М. : Пищ. Пром–сть, 1977. – 312 с.

13. Верховна Рада України; Закон від 14.10.1992 № 2694–XII «Про охорону праці» (поточна редакція від 12.03.2011 на підставі 3038–17), чинний.

14. Десик М.Г. Шляхи економії енергоресурсів при виробництві сухарних виробів/ М.Г. Десик, В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, І.В. Житнецький// Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 11–12. – 13–15.

15. Технологическое оборудование хлебопекарних предприятий / Ю. П. Головань и др. – М. : Агропромиздат, 1988. – 382 с.

16. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерського произвоств / А. А. Михелев, Н. М. Ицкович, М. Н. Сигал и др. А. В. Володарський. – М. : Пищ. Пром–сть, 1979. – 326 с.

17. Середа Д.Г., Домашевский В.И. Охрана труда в пищевой промышленности – М., Пищевая промышленность 1993 – 344 с.

18. Справочник механика пищевой промышленности. / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко – К.: Арт Эк. 2004 – 304 с.

19. Соколов, А. А. Основы расчета й конструирования машин й аппаратов пищевых производств [Текст] / А. А. Соколов. – М. : Пишепромиздат, 1960. – 431 с.

20. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст] / В. Т. Павлище. – К. : Вища школа, 1993. – 556 с.

21. Киркач, Н. Ф. Расчет й проектирование деталей машин [Текст] / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласанян. – Х. : Основа, 1981. – 276 с.

22. В. Е. Донцов, Р. В. Зуева, Р. В. Крушпова и др. Організація і планування виробництва на підприємствах харчової промисловості. 1972–522 с.

23. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва [Текст] / В.І. Дробот – К.: Логос, 2002. – 365 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет)__Навчально-науковий Інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»		**«До захисту допущено»**	
Директор інституту(декан факультету)		Завідувач кафедри	
_____	Сергій БЛАЖЕНКО	_____	Микола ЯКИМЧУК
(підпис)	(ім'я та прізвище)	(підпис)	(ім'я та прізвище)
«___» _____ 20__р.		«___» _____ 20__р.	

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності_____133 «Галузеве машинобудування»_____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Обладнання переробних і харчових виробництв на тему Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв

Виконав: здобувач__IV__ курсу, групи 4-2
Твердохліб Анастасія Ігорівна

Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач_____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого*
Кафедра *Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування*
Освітній ступінь *бакалавр*
Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(шифр і назва)
Освітня програма *«Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Микола ЯКИМЧУК
(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)
«____» _____ 20___ року

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

Твердохліб Анастасії Ігорівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв

керівник роботи Олішевський Валентин Вікторович, проф., докт. тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від « » 2023 р. № -кс

2. Строк подання здобувачем роботи 30.05.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи *1. Технічний паспорт обладнання.*
2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне обґрунтування, соціальне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, будова та принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. система управління , опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуш; Технологія машинобудування – 1 аркуш.*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультантів	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування			

7. Дата видачі завдання: 17.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів*	26.04.2023	
2	*Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі*	29.04.2023	
3	*Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.*	04.05.2023	
4	*Характеристика вихідної сировини і готового продукту*	07.05.2023	
5	*Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.*	11.05.2023	
6	*Вибір конструкційних матеріалів*	14.05.2023	
7	*Розрахункова частина*	18.05.2023	
8	*Технологічний маршрут виготовлення деталі*	20.05.2023	
9	*Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. Система управління*	21.05.2023	
10	*Опис системи управління*	22.05.2023	
11	*Заходи щодо охорони праці, екології*	26.05.2023	
12	*Висновки,*	26.05.2023	
13	*Графічна частина: 5 аркушів формату А3*	27.05.2023	
14	*Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі*	29.05.2023	
15	*Подача ДП на кафедру*	10.06.2023	

Здобувач _____ Анастасія ТВЕРДОХЛІБ
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Валентин ОЛІШЕВСЬКИЙ

Анотація

Дипломний проект на тему: «Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв» виконаний відповідно до виданого завдання.

Тістоділильна машина А2-ХТН встановлена на повністю механізованій лінії з виробництва хліба і макаронних виробів. Вона служить для підвищення продуктивності лінії та раціоналізації виробничого процесу. Як і у будь-якої машини, у неї є як позитивні, так і негативні сторони.

Зроблено аналіз сучасного обладнання для ділення тіста, вибір і обґрунтування основних напрямків експериментальних досліджень процесу нагнітання тіста в робочій камері тістоділильної машини марки А2-ХТН.

Основним недоліком є обмежений поділ інших видів тіста. За адгезійних властивостей тіста відбувається вплив лопаті на поділку.

Розглянуто шляхи вдосконалення тістоподільної машини марки А2-ХТН. Він грунтується на зміні конструкції нагнітальної лопаті.

Тому, конструктивні параметри нагнітальних лопатей призначені для дослідження та вдосконалення. Тому актуальним є модернізація конструкції нагнітальних лопатей тістоділильної машини А2-ХТН.

ВСТУП

Хлібопекарська галузь являється найбільш поширеною в Україні. Основними напрямками розвитку хлібопекарської галузі наступні:

- Реконструкція та модернізація заводу та обладнання;
- Впровадження нових та вдосконалених технологій виробництва хлібобулочних виробів;
- Збільшення асортименту та покращення якості хлібобулочних виробів;
- Широке використання контрольно-вимірювальних приладів та автоматики на виробництві

Невеликі хлібопекарські підприємства користуються попитом в умовах ринкової економіки. У цьому контексті підвищення ефективності технічного обладнання та зниження енерго споживання має велике значення, а розробка мало габаритного технічного обладнання для малих підприємств є актуальним завданням. Як видно з аналізу, існуючі конструкції тістоподільних машин, за рідкісним винятком, були створені багато років тому і пройшли ряд промислових випробувань. Теоретичні дослідження показали, що в багатьох з них є різні відхилення від вимог раціонального режиму, що виражаються в недоліках продуктивності і робочого процесу.

При розробці тістоподільних машин важливо забезпечити легкий і зручний процес розбирання для очищення тіста і змащення поверхонь компонентів ділильної головки і робочої камери. Для підвищення точності поділу і експлуатаційної надійності важливо забезпечити хорошу роботу стабілізатора тиску в камері стиснення, а також раціональну форму робочого органу при подачі тіста в мірну і сепаруючу камери.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП…….

1.ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ……

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКУ……..

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ…….

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ…….

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА……

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ…….

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ……

9. Опис системи управління……..

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ……..

ВИСНОВКИ…….

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В.В.	Вид документа **Пояснювальна записка**		Статус документа	
Власник документа **НУХТ**	Розробник документа Твердохліб А.І.	Назва, додаткова назва **Зміст**	192006.КР.08.000 ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В..		Інд	Дата видання	Мова **UA** / Аркуш 1/1

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ

Тістоподіл – це процес поділу тіста на шматки фіксованої ваги за допомогою тістоподільних машин різних конструкцій і виробників. Він відіграє важливу роль у технологічному циклі виробництва хлібобулочних виробів. Певною мірою це пов'язано з економічним благополуччям підприємства, так як відхилення ваги виробу в бік збільшення може призвести до надмірних витрат готового продукту, тобто до економічних втрат, тоді як відхилення в бік зменшення може призвести до проблем у відносинах з контролюючими органами та споживачами продукції, а отже, до економічних збитків.

Про технічний рівень і культуру виробництва на конкретному підприємстві можна судити за точністю поділу тістових заготовок і кількістю тістових відходів.

Точність поділу заготовок і кількість тістових відходів залежать не тільки від технічного стану технологічного обладнання, тобто ступеня зносу та роботи основних елементів, а й від технічних параметрів тіста, а саме, його вологості, складу і т.д.

Тістоділильні машини вважаються найскладнішим технічним обладнанням хлібопекарських підприємств через свої конструктивні особливості.

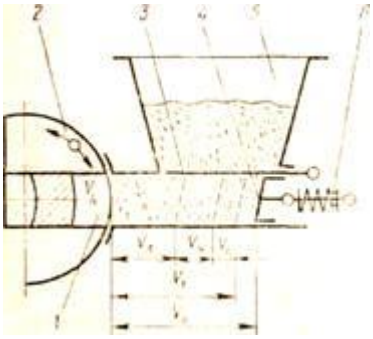
Показники, які гарантують правильну роботу тістоділильної машини, є постійний об'єм тістових заготовок і ступінь стискання. Ступінь ущільнення (стискання) тіста на початку швидко зростає до досягнення тиску 0,1 МПа (1 кг/см2), а потім зменшується. Згідно зі стандартом, розподіл тіста повинен здійснюватися з точністю дозування не більше 2-3,5% з урахуванням його властивостей.

Підчас робочого циклу на тістоділильних машинах виконуються наступні операції: завантаження тіста в робочий бункер, стиснення тіста до робочого тиску, перевантаження тіста в робочий бункер, завантаження тіста в дозуючий бункер, вирівнювання тиску, розподіл дозованих шматків тіста і повернення надлишку тіста в приймальний бункер. Ці операції можуть поєднуватися, чергуватися або невиконуватися взагалі, в залежності від використовуваного методу. Поєднання цих операцій формує робочий процес тістоділильної машини.

Огляд існуючих конструкцій машин

Тістоділильні машини поділяються на дев'ять груп:

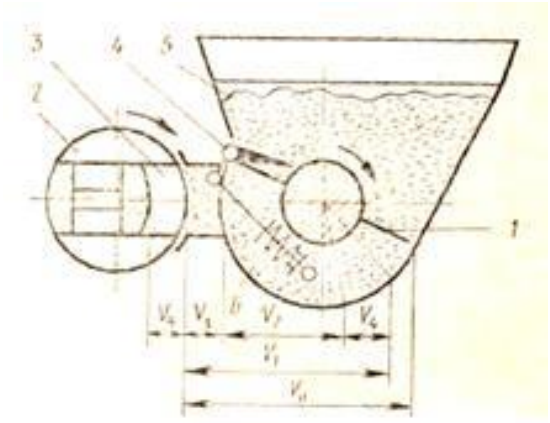
1. Тістоділильні машини з поршневим нагнітачем і ділильною головкою (Рис.1) наприклад: СД, ХТД, РМК, "Кооператор"(СРСР), Multimat, Parta, Universal (Німеччина), Day, Ideal (США). Тісто в даних машинах нагнітається завдяки прямокутного поршня. Стабілізація тиску досягається за допомогою пружин або ж гідравлічних демпферів. Ділільні головки найчастіше багатокишенькові з плаваючим поршнем та механічним виштовхувачем. Буферні ємності досить великі за розміром.



1 – мірна камера; 2 - ділильна головка; 3 – заслінка; 4 - нагнітаючий поршень; 5 - приймальна лійка; 6 - стабілізатор тиску

Рис. 1- Принципова схема тістоділильної машини з поршневим нагнітачем і ділильною головкою.

2. Тістоділильні машини з лопатевим нагнітачем, розроблені у вигляді поворотної лопаті встановлені на валу та повертально діяльною головкою (рис. 2). Вони являють собою відносно нові машина.



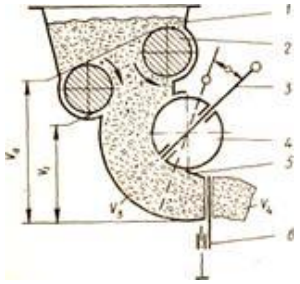
1 - нагнітальна лопать; 2 - ділильна головка; 3 – мірна камера; 4 - відсікаюча демпфуюча заслінка; 5 - приймальна лійка; 6 - стабілізатор тиску

Рис. 2 - Принципова схема тістоділлювальної машини з лопатевим нагнітачем (нерухома лопать) і ділильною головкою.

А2-ХТН розроблена співробітниками УкрНДІпродмашу. Цей тістоподілювач відкриває нові напрямки в розробці. Тиск в робочій камері стабілізується пружинним демпфером, з'єднаною з важелем на ріжучій кришці. Ділильна голівка двокишенькова і має два плаваючих поршня, які переміщуються під дією тиску тіста.

3. Тістоділильні машини з додатковою вібраційною лопатевою повітродувкою і роликовим живильником без ділильної головки (рис.3). Тістові заготовки розділяються шляхом розрізання ножем тістової маси, яка видавлюється за допомогою мундштука. До таких машин відносяться нові тістоподілювачі, що випускаються в ряді зарубіжних країнах: "Diva", "Ultima"(Німеччина), "Socha"(Югославія), "S-70"(Угорщина) та ін. Ця група машин характеризується відносно м'яким впливом на тісто, низьким тиском у робочій камері, високою точністю поділу і низьким енергоспоживанням. Але

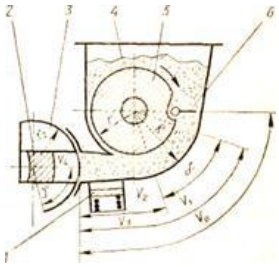
їхня конструкція складна, а численні зубчасті та важільні механізми швидко зношуються.



1 - приймальна лійка; 2 - нагнітальний валик; 3 - прибиральна лопата; 4 – поворотний барабан; 5 – мундштук; 6 - відсікаючий ніж

Рис. 3 - Принципова схема тістоділильної машини з лопатевим нагнітачем (лопать знімається) без ділильної головки.

4. Тістоподілювачі з лопатевими нагнітачем мають вигляд обертового барабана зі знімними лопатями і тістовою головкою з механічним приводом для дозуючого поршня. Ці машини все ще використовуються в промисловості, але вони мають значні переваги і безумовно, було б корисно знати про них (рис.4).

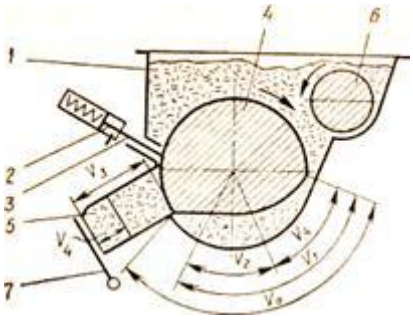


1-стабілізатор тиску; 2 – мірний поршень; 3 - ділильна головка; 4 - приймальна лійка; 5 - барабан, що обертається; 6 - лопать, що прибирається

Рис. 4 - Принципова схема тістоділлювальної машини з лопатевим нагнітувачем (роторні лопаті знімаються) і ділильною головкою.

5. Тістоділильні машини безділильної головки з роторним нагрівачем і додатковим валком. Дані машини відрізняються тим, що нагнітач виготовлений у вигляді ротора зі специфічною формою вирізу, який використовується для подачі і нагнітання тіста. До цієї групи також належать нещодавно розроблені машини, які захищені авторськими правами або

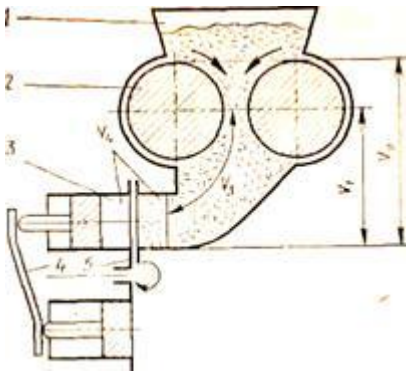
патентами, але поки не набули практичного застосування в промисловості. Ці машини поєднують в собі легку для роботи конструкцію і простоту використання, оптимізовані робочі процеси і високу продуктивність (рис. 5).



1- приймальна лійка; 2 - обмежувач ходу заслінки; 3 - пружна відсікаюча заслінка; 4-роторний нагнітач; 5 – буферна камера; 6 – поживний валик; 7 - відсікаючий ніж

Рис. 5 - Принципова схема тістоділлювальної машини з роторним нагнітачем без ділильної головки.

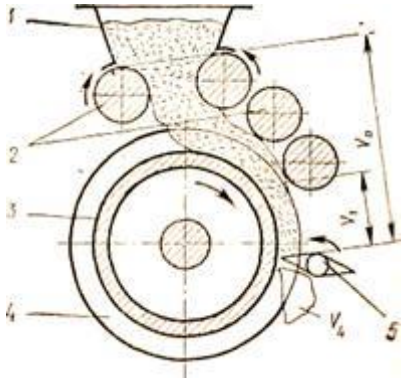
6. Тістоділильні машини з валковим нагнітачем та ділильною головкою: наприклад, системи ХДВ, РТ-2, RMC, Celicai, HLS-9. Тиск, що створюється нагнітачем в робочій камері, залежить від діаметра і відстані між валками. Зазвичай машина працює без стабілізатора тиску. Головка камери є багато кишеньковою, але зазвичай має лише одну кишеню під наповнювач (рис.6).



1 - приймальна лійка; 2 - нагнітальний валик; 3 – мірна камера; 4 – механізм регулювання ходу поршня; 5 - ділильна головка

Рис. 6 - Принципова схема тістоділлювальної машини з валковим нагнітачем та ділильною головкою.

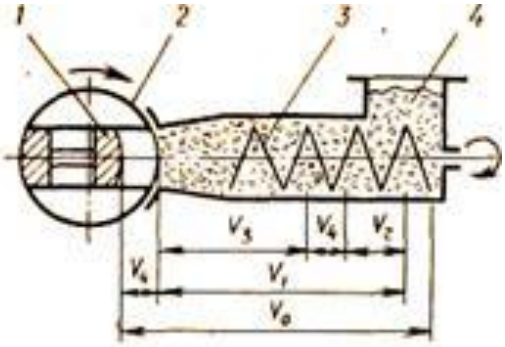
7. Тістоподілювачі з валковими нагнітачами і тістоподілювачами без ділильних головок (рис.7), наприклад, багато рукавні тістоподілювачі FATV(Німеччина), Gefra(Нідерланди). Вони використвуються для виробництва дрібноштучних виробів з борошна. У даних машинах тісто формується за рахунок методу розкатки, і його міцність подібна до міцності тіста під тиском у зачиненій камері. Дрібні шматочки відокремлюються від прокатної стрічки за допомогою обертових ножів. Тістоподільні машини оснащені власними багаторухомими округлювачами, після чого послідовно виробляється відчотирьох до шести шт. заготовок.



1 - приймальна лійка; 2 - валки, що нагнітають; 3 - формує барабан; 4 реборда барабана; 5 - відсікаючий ніж

Рис. 7 - Принципова схема тістоділильної машини з валковим нагнітачом і пристроєм, що прокатує, без ділильної головки.

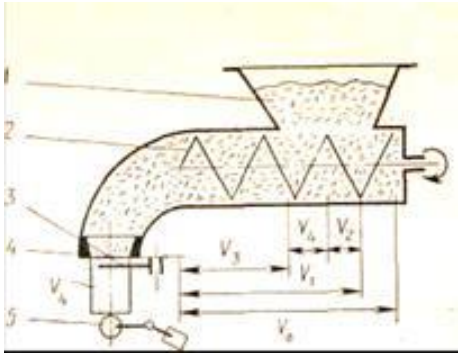
8. Тістоділильна машина зі шнековим нагнітачем і поворотною ділильною головкою (рис.8): ХДФ-2М, «Кузбас» інші, використовуються для поділу житнього, житньо-пшеничного і пшеничного тіста з борошна другого сорту. Тісто нагнітається за допомогою одного або двох шнеків, стабілізатор тиску відсутній, ділильна головка-барабанного типу з парою плаваючих поршнів, що приводяться в рух тиском тіста.



1 - мірний поршень; 2 - ділильна головка; 3 - нагнітаючий шнек; 4 - приймальна вирва

Рис. 8 - Принципова схема тістоділильної машини зі шнековим нагнітачем та ділильною головкою.

9. Тістоділильні машини з шнековими нагнітачами без ділильних головок (рис.9): Циліндричні типу ХДР і Roboter. Ця група машин має значно нижчу точність поділу тіста, ніж попередні, але має слабший вплив на тісто і потребує значно менше енергії для роботи машини.



1 - приймальна лійка; 2 - шнеки, які нагнітають (2 шт.); 3 - відсікаючий ніж; 4 – мундштук; 5 - ролик, який включає привід

Рис. 9 - Принципова схема тістоділильної машини з шнековим нагнітачем без ділильної головки.

2. Техніко – економічне та соціальне обґрунтування

Інформаційні аспекти побудови систем управління процесом поділки тіста на заготовки

Динаміка складних систем, їх розробка та впровадження є однією з найскладніших проблем. Ця проблема поширюється і на тістоділильні машини. Всі відомі підходи до розрізання тіста чітко пов'язані зі складними інформаційними системами. У інтегрованому інформаційному середовищі нарізка тіста є однією з базових концепцій. Цією базовою концепцією є реологічна модель.

Будь – який технологічний процес передбачає прийняття рішень. Вони базуються за рахунок інформації з різних джерел. Ця інформація повинна бути повністю заснована на даних. Дані- це основний рівень інформації.

На основі кількості даних повинні прийматися рішення з наступних питань:

- які дані процесу можна виміряти;
- на скільки вони важливі;
- яким чином та як вони між собою пов’язані;
- наскільки достовірні джерела отримання цих даних.

Щоб організувати управління даними, необхідно відповісти на низку запитань:

- визначити найголовніші пріоритети;
- як будуть збиратися і зберігатися дані;
- як будуть проаналізовані;
- як відбуватиметься прийняття рішеннь;
- як відбуватиметься контроль виконання рішень
- проведення аналізу та їх наслідки;
- яким чином визначені успішні рішення.

Дане комплексне вирішення питання потребує всієї необхідної сукупності інформаційних зв’язків. Цьому слугує інформаційна модель процесу. За базовими принципами: формулювання мети; суб’єкт моделювання; одна точка зору. Після отримання моделі майбутньої системи провести процес перетворення даних у інформацію. Тому вживана та перспективна група є статистичні методи. Вони умовно розподілені на прості та методи математичної статистики, що пов’язано із:

Таке комплексне рішення потребує всіх необхідних інформаційних зв'язків. Для цього використовується інформаційна модель процесу. Основними принципами є формулювання цілей, суб’єкт моделювання і перспективи. Після отримання моделі майбутньої системи здійснюється процес конвертації даних в інформацію. Тому статистичні методи є перспективною групою широко використовуваних методів. Вони умовно поділяються на прості статистичні методи та методи математичної статистики:

- складність технології, кількість і варіативність контрольованих параметрів;

- вимоги до якості тістових заготовок;

- вимогидо якості тістових заготовок.

- вимоги до виробництва хлібобулочних виробів;

- комп'ютеритапоширеннякомп'ютернихтехнологій;

-обробка та відображення великих обсягів інформації

- зміни в характері технологій, процесів та обладнання:

-аналіз інформаційних потоків; перетворення інформації для ефективної обробки.

Різноманітні методи, плани та техніки спрямовані на покращення якості зі спільними принципами та цілями, які є основними орієнтирами для досягнення успіху. У хлібопекарській промисловості скорочення тривалості технологічного процесу є впливовим фактором. Це також включає в себе

поліпшення якості борошна і зниження технологічних витрат. Тому вплив механічної обробки тіста під час поділу тіста відіграє важливу роль. Це підтверджено численними дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених. Водночас, відсутність більш інноваційних тістороздільювачів сповільнює цей процес. Їх робота повинна гарантувати інтенсивну механічну обробку тіста.

Аналіз інформації в Розділі1 дозволить порівняти та оцінити схеми машин і методи поділу тіста з точки зору спрощення конструкції машини та обладнання. Такий підхід дає можливість виявити фактори, що визначають раціональне використання різних методіві схем. Це дасть можливість компонування та проектування різних типів тістоділильних машин. Питання вибору схеми машини нечасто розглядається при проектуванні технологічного обладнання. Також мало інформації про раціональну конструкцію робочого органу, де вибирається оптимальна швидкість.

Поточна ситуація в хлібопекарському секторі дозволяє виробникам експериментувати з новітніми тістороздільювачами. Виробники потребують гарантії, що їхні машини будуть працювати з тістом вологістю 40-45%;

- встановлення на підприємствах у технологічні схеми;
- простоту в обслуговуванні;
- надійність роботи і обслуговування.

Рекомендації що до розвитку вітчизняних хлібопекарських технологій та будівництва механізованих виробничих потужностей є актуальними для даної промисловості промисловості.

Приступаючи до модернізації тісто розділювальної машини, щоб вона відповідала вище зазначеним вимогам, необхідно прийняти низку фундаментальних рішень що до її конструкції. Проаналізувавши найкращі сучасні конструкції машин і застосувавши сучасні інженерні принципи, необхідно розробити нове конструктивне рішення. Дотримання та розробка вимог є запорукою успішної роботи технології інтенсивності набухання білка. Основною вимогою є утворення клейковини, яка неповинна бути

пошкоджена механічними впливами під час поділу тіста. Ці параметри пов'язані зі структурно-механічними властивостями напівфабрикату. Тому вони впливають на рецептурний склад і технологію випікання. То ж ці параметри восновному характеризуються послідовними операціями. Ефект операції визначається і встановлюється за результатом її впливу на загальний процес.

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання

У цьому проекті реалізовано модернізацію нагнітальної лопаті в робочій камері тістоподільної машини та досліджено вплив руху лопаті та її кута на процес розділення.

У робочій камері тістоподільної машини процеси відтворюються з фіксованим відхиленням, як на натуральних зразках, так і на моделях. Розмір процесу обмежений фізичною методологією, що використовується. Фізична модель робочої камери з обладнанням для нагнітання тіста є повномасштабним вирізом. Вона дозволяє змінювати параметри процесу в заданих межах і оснащена пристроями (прозорими стінами і вікнами) та приладами для візуального спостереження.

При використанні моделей з великим часовим фактором відхилення вносять ефекти стінок. У таких моделях лінійні розміри потрібно зменшити у два рази. При цьому обсяг роботи зменшується у вісім разів. При моделюванні з вирізами ефективніше використовувати натуральні розміри. "Виріз" не повинен призводити до значних відхилень ефекту стіни.

На основі фізичних моделей та формальних записів створюються математичні моделі ключових процесів. Вони виконуються в робочій кімнаті тістоподілювача, де можна вивчати систематичні методи. Вивчення їх за допомогою кількісних показників дає можливість виявити не пояснені відхилення та скоригувати результати. Результати дають якісне відображення основних залежностей і реальної системи.

Фізична модель робочої камери показана на рисунку 2.1. Робоча камера – це ємність, в якій здійснюються процеси та операції. Операції пов'язані з поділом тіста на шматки однакової ваги та форми. Частини камери (воронки) не є частиною робочої камери. У ній не виконуються операції, пов'язані з поділом тіста.

Будова та принцип дії модернізованого обладнання

Процес роботи машини виглядає наступним чином. Тісто подається з бункера (1) в робочу камеру (2). Камера являє собою барабан. З одного боку камери знаходиться корпус машини, а з іншого боку-прозора бічна кришка. Модернізовані нагнітальні лопаті (3) обертаються з постійною кутовою швидкістю ω1. Тісто потрапляє в робочу зону (4) камери. Під дією кулачкового механізму заслінка (11) виробляє коливальні рухи. В опущеному положенні вона перешкоджає виходу тіста з робочої зони і потраплянню в бункер. Таким чином, тісто потрапляє в стакан (5) і вагову кишеню (6). З одного крайнього положення в інше, коли вагова кишеня (6) заповнена, поршень (9) під тиском тіста рухається назустріч тісту. Одночасно заготовка виштовхується з вагової кишені (8) на конвеєр. За ваговою кишенею (6) спресоване тісто в робочій камері з відкритою заслінкою (11) повертається в бункер, а надлишок тіста повертається в бункер. Ділильна головка (7) безперервно обертається з кутовою швидкістю ω2 = ω1.

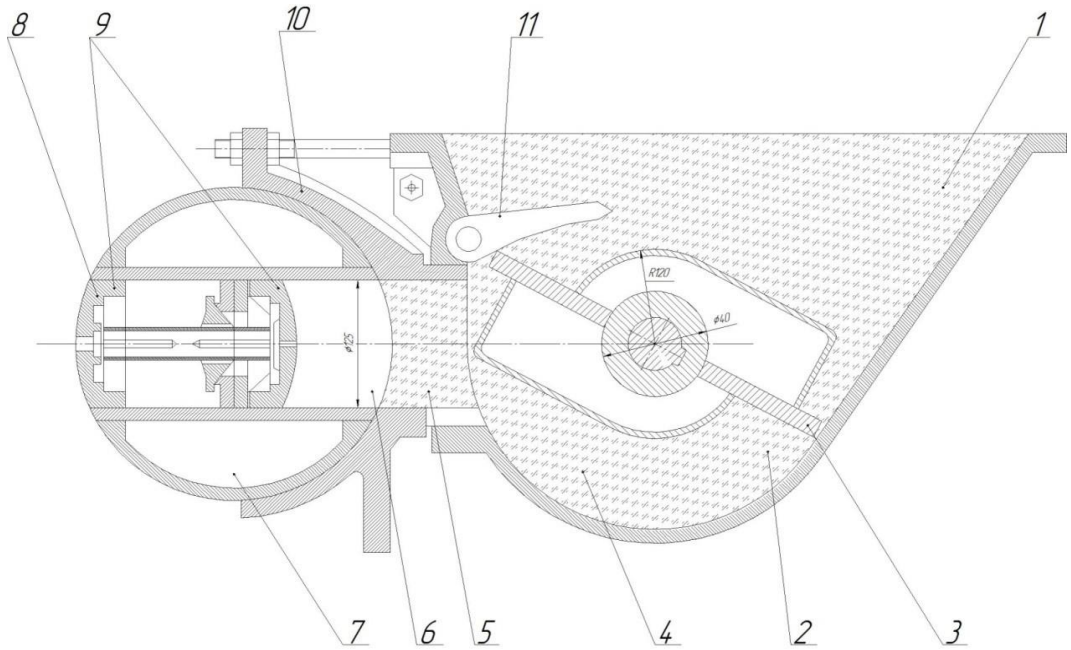
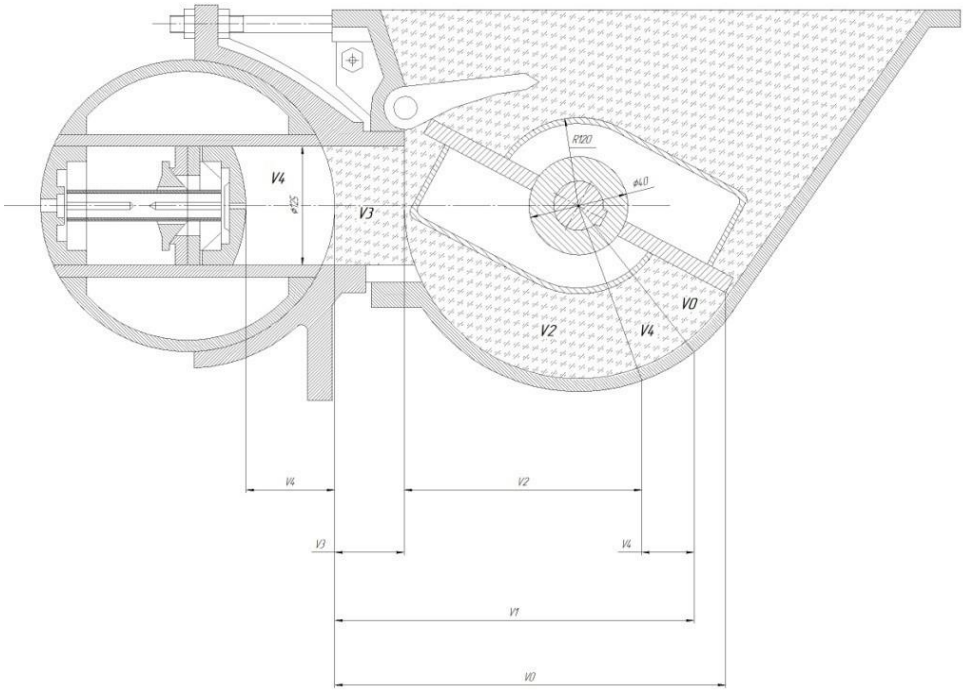


Рис. 4.1. Модернізована конструкція робочої камери: 1.-бункер; 2.-робоча камера; 3.- модернізована нагнітальна лопать; 4.-робоча зона; 5.-стакан; 6.-мірна кишеня; 7.-ділильна головка; 8,9.-поршень; 10.-горловина; 11.-заслінка.

Кулачковий механізм повертає заслінку (11). У нижньому положенні вона перешкоджає виходу тіста з робочої камери і потраплянню в бункер. Тісто надходить в стакан і в мірні кишені. Якісне нагнітання тіста під допустимим тиском забезпечує запропонована вдосконалена лопать. Вона має інший радіус r ступці . Зовнішній радіус r і ширина b відповідають камері.

Порівняння об'єму існуючої та модернізованої камер показано на рисунку 2.2.



Технічні параметри робочої камери тістоподільної машини марки А2-ХТН до після модернізації

Назва об'єму	Умовне позначення	До модернізації
Об'єм робочої камери	V0	$5.54 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм камери стискання	V1	$5.1 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм стабілізації тиску	V2	$0.159 \times 10^{-3} м^3$
Буферний об'єм	V3	$3 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм мірних камер	V4	$1.9 \times 10^{-3} м^3$

Вигляд робочої камери — До модернізації

Назва об'єму	Умовне позначення	Після модернізації
Об'єм робочої камери	V0	$3.13 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм камери стискання	V1	$3.34 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм стабілізації тиску	V2	$0.12 \times 10^{-3} м^3$
Буферний об'єм	V3	$1.11 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм мірних камер	V4	$1.9 \times 10^{-3} м^3$

Вигляд робочої камери — Після модернізації

Рис. 4.2 Порівняння основних технічних характеристик робочої камери до та після модернізації

5. Підбір конструкційних матерівлів

Переваги нержавіючих сталей:

Технологічність: Нержавіючі сталі мають високу пластичність і широко застосовуються для виготовлення деталей, які потребують глибокої витяжки, таких як кухонний посуд і різні ємності. Однак, вони можуть бути схильними до інтеркристалічної корозії при уповільненому охолодженні або нагріванні в певному температурному інтервалі (500–850 °C) або після зварювання.

Опір корозії: Нержавіючі сталі володіють високим опором корозії не тільки в нормальних атмосферних і водних середовищах, але і у багатьох кислотах, лугах та хлористих розчинах, які зустрічаються у багатьох виробничих умовах.

Міцність: Механічні властивості нержавіючих сталей дозволяють зменшити товщину та вагу виробів без втрати міцності. Аустенітні сорти сталей не втрачають міцності при низьких температурах та можуть мати меншу товщину порівняно з загальними конструкційними сталями. Незважаючи на те, що нержавіюча сталь може бути дорожчою, у деяких випадках вона може призвести до істотної економії порівняно з традиційними матеріалами.

Гігієна: Нержавіюча сталь є найбільш гігієнічною поверхнею для приготування харчових продуктів. Її поверхня не має пор, тріщин або ущільнень, які можуть утримувати бруд та бактерії. Ця властивість робить нержавіючу сталь особливо підходящою для використання в лікарнях, громадських кухнях, м'ясопереробних підприємствах, агропромислових комплексах та виробництві харчового обладнання.

Зовнішній вигляд продуктів залежить від стану їх поверхні. Нержавіюча сталь з яскравою та легкообслуговуваною поверхнею надає виробам привабливості та сучасності. Вона є ідеальним матеріалом для виробництва різноманітних декоративних елементів, що постійно розширюється. На сьогоднішній день для виготовлення кухонного посуду широко застосовуються нержавіючі сталі з дзеркальною поверхнею, які отримують шляхом електрополірування за різними режимами. Цей процес може застосовуватися як до готових виробів, так і до листів, на які наклеюється поліетиленова плівка для збереження поверхні. Нержавіюча сталь чудово поєднується зі склом, каменем та деревом. Вона є практичним, благородним і естетичним матеріалом одночасно. Завдяки різноманітності марок і видів поверхні, нержавіюча сталь задовольняє широкий спектр вимог.

Вимоги до нержавіючих сталей різноманітні, що спонукало до їх інтенсивного вдосконалення. На українському ринку нержавіючих сталей постає потреба у максимальному розширенні асортименту доступних матеріалів, що мають низьку вартість та стійкість до корозії, тоді як світові виробники пропонують споживачам різноманіття нових економічно-легованих матеріалів. Таблиця 1 наводить аналоги сталей, які присутні на світових та вітчизняних ринках.

Незважаючи на те, що традиційно нержавіючими сталями вважаються сталі з вмістом хрому більше 12%, сучасна зарубіжна металургія активно працює над розробкою нержавіючих матеріалів з меншим вмістом хрому (до 5%), які зберігають стійкість до корозії на рівні сталей з 15-17% Cr. Це особливо важливо, оскільки однією з основних причин пошкодження нержавіючих стальових конструкцій є електрохімічна корозія, спричинена неоднорідністю зон зварних швів та основного металу.

Таблиця 5.1. Характеристики нержавіючих сталей

AISI	Марка сталі	клас стали	властивості	застосування
304	08Х18Н10	А	Легко піддається зварці, стійка до міжкристалітної корозії; висока міцність при низьких температурах; піддається електрополіровка	Установки для харчової, хімічної, текстильної, нафтової, паперової та фармацевтичної промисловості
316	03Х17Н14М2	А	Технічні властивості при високих температурах набагато краще, ніж у аналогічних сталей, які містять молібден	Хімічне обладнання, інструменти, установки для переробки їжі, ємностях для відпрацьованих масел
321	12Х18Н10Т	А	Виготовлення зварних конструкцій і використання при t = (400– 800 ° С), стійка до корозії	Устаткування для хімічної, нафтопереробної промисловості
409	08Х13	Ф	Деталі загального застосування, які можуть бути адаптовані до різних умов експлуатації	Вироби (столові прибори, кухонний посуд)
410	12х13	М	Висока ударна в'язкість, корозійна стійкість і жароміцність	Вироби, що працюють в слабоагресивних середовищах; деталі машин для виноробства, спирту, продуктів переробки відходу харчової галузі
420	20Х13 – 40Х13	М	Висока зносостійкість, пластичність, стійкість до високих температур і корозії	Обладнання харчової галузі (мийка, гігієнічна обробка сировини, сортування продукції, теплова обробка)
430	08Х17	Ф	Високі міцнісні, механічні характеристики, теплопровідність, деформованість, стійкість до корозії в сірковмісних середовищах	У системах теплообміну, в побутових виробах для харчових продуктів для запобігання перегріву в процесі приготування
439	08Х17Т	Ф	Матеріал для масового застосування в різних умовах експлуатації	Холодильники, пральні машини, для виготовлення раковин і ін.

Примітка. А – аустенітний; Ф – феритний; М – мартенситний.

При тривалій експлуатації конструкцій з нержавіючих сталей при високих температурах важливо враховувати температурно-часові фактори, які можуть негативно вплинути на їх характеристики. Наприклад, деякі вітчизняні нержавіючі сталі з вмістом нікелю і сталі серії 300 (за винятком марок 321 і 347) при експлуатації протягом кількох годин в температурному діапазоні 450-750 °С можуть бути схильні до міжкристалітної корозії, що є дуже небезпечним видом корозійного руйнування.

Хромисті феритні сталі серії 400, з своєї сторони, кородують при температурах до 1000 °C. Крім того, ці сталі мають порівняно низьку питому теплоємність, що призводить до швидкого нагріву елементів конструкцій за менших енерговитрат. Це дозволяє уникнути можливого інерційного перегріву, що є важливим для багатьох харчових виробництв. Хромисті феритні сталі витримують високі пікові температурні навантаження (до 950 °C) і можуть безперервно експлуатуватися при температурах щонайменше до 700 °C.

6. Розрахункова частина

6.1. Розрахунок продуктивності

Визначаємо максимальну продуктивність машини.

$$П = m \cdot n, \text{ Шт / хв} \qquad (6.1)$$

де m –кількість мірних склянок ділильної головки;

n – Число циклів ділильної головки в секунду (об / хв).

$$n = n_7 = \frac{n_1}{u_{1,7}}, \text{ об/хв} \qquad (6.2)$$

де n_7 –Найбільша частота обертання на валу ділильної головки (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VII);

n_1 – частота обертання на валу двигуна, об/хв;

$u_{1,7}$ – Передаточне відношення від валу 1 до валу 7.

$$u_{1,7} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 54 \cdot 80}{50 \cdot 54 \cdot 40} = 47{,}67$$

$$n = n_7 = \frac{n_1}{u_{1,7}} = \frac{1430}{47{,}67} = 30 \text{ ,про/хв} \qquad (6.3)$$

$$П = m \cdot n = 2 \cdot 30 = 60, \text{ Шт / хв}$$

6.2. Енергетичний розрахунок

Визначаємо повну потужність, необхідну для роботи машини.

$$N = N_H + N_{ДГ} + N_T \qquad (3.4)$$

де N_H – Потужність необхідна для приводу нагнітальної лопаті;

$N_{ДГ}$ – Потужність необхідна для приводу ділильної головки;

N_T – Потужність необхідна для приводу транспортера.

N_H, $N_{ДГ}$ –Визначаються за формулою:

$$N = T \cdot \omega \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.5)$$

деT– крутний момент на приводному валу, Н.м;

ω – Найбільша кутова швидкість на відповідному валу, рад/с.

Потужність необхідна приводу нагнітальної лопаті.

$$N_H = T_7 \cdot \omega_7 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.6)$$

де$T_7 = 425 H \cdot м$ – максимальний момент, що крутить, на валу нагнітальної лопаті.

ω_7 –Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VII).

$$\omega_7 = \frac{\omega_1}{u_{1,7}}, \text{ Рад/с} \quad (6.7)$$

де ω_1 – кутова швидкість на валу двигуна, рад/с;

$u_{1,7}$ – Передаточне відношення від валу 1 до валу 7.

$$u_{1,7} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 54 \cdot 80}{50 \cdot 54 \cdot 40} = 47{,}67$$

Відомо, що асинхронна частота обертання на валу двигуна дорівнює$n_{дв} = 1430 об/мин$. Тоді

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 1430}{30} = 149{,}6 рад/с$$

$$\omega_7 = \frac{\omega_1}{u_{1,7}} = \frac{149{,}6}{47{,}67} = 3{,}14, \text{ Рад/с} \quad (6.8)$$

$$N_H = T_7 \cdot \omega_7 \cdot 10^{-3} = 425 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-3} = 1{,}335, \text{ кВт}$$

Потужність необхідна приводу ділильної головки.

$$N_{ДГ} = T_{ДГ} \cdot \omega_8 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.9)$$

де $T_{ДГ}$ – крутний момент на валу ділильної головки;

ω_8 –Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VIII).

$$\omega_8 = \frac{\omega_7}{u_{78}}, \text{ Рад/с} \qquad (6.10)$$

$$u_{78} = 80/80 = 1$$

$$\omega_8 = \frac{\omega_7}{u_{78}} = \frac{1,78}{1} = 3,14 \text{ ,рад/с}$$

Крутний момент на валу ділильної головки визначається за формулою:

$$T_{ДГ} = R_Г\left(P_{10} + \frac{\pi D^2}{4}Q\right), H \cdot м$$

де $R_Г$ =0,16м – радіус ділильної головки;

P_{10} –сила тертя ділильної головки про козирок, Н;

Q =1600Па – гранична напруга зсуву тесту;

D =0,125м – діаметр мірної камери.

$$P_{10} = m \cdot R_n \cdot f \text{ ,Н} \qquad (6.11)$$

де m =2 – число поршнів;

R_n =300Н – реакція тістоділильної камери на поршень;

f =0,15 – коефіцієнт тертя поршня об стінки тестової камери.

$$P_{10} = m \cdot R_n \cdot f = 2 \cdot 300 \cdot 0,15 = 90 \text{ ,Н(3.12)}$$

$$T_{ДГ} = R_Г\left(P_{10} + \frac{\pi D^2}{4}Q\right) = 0,16\left(90 + \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4}1600\right) = 146,4 H \cdot м$$

$$N_{ДГ} = T_{ДГ} \cdot \omega_8 \cdot 10^{-3} = 146,4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} = 0.46 \text{ , кВт}$$

Потужність необхідна приводу транспортера.

Вихідні дані:

Транспортований вантаж–тістові заготовки.

Довжина конвеєра – 2,2 м.

Максимальний кут нахилу 450.

Визначаємо кутову швидкість на приводному валу транспортера.

$$\omega_9 = \frac{\omega_1}{u_{19}}, \text{ Рад/с} \qquad (6.13)$$

ω_9 – Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –IX).

$u_{1,9}$ – Передатне відношення від валу 1 до валу 9.

$$u_{1,9} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 18}{50 \cdot 54} = 7{,}94$$

$$\omega_9 = \frac{\omega_1}{u_{19}} = \frac{149{,}6}{7{,}94} = 18{,}84 \text{ ,рад/с} \qquad (6.14)$$

Вибираємо конвеєрну стрічку загального призначення тип 3, ширина 200м, з однією тяговою прокладкою з міцністю 100 Н/мм із тканини БКНЛ–100, що допускає робоче навантаження kp=12 Н/м із товщиною гумової обкладки робочої поверхні δ_p =2мм, неробочої поверхні $\delta_н$ = 1мм, клас міцності Б.

Умовне позначення стрічки: Стрічка 3–200–БКНЛ–100–2–1–Б за ГОСТ 20–76.

Погонна маса стрічки.

$q_л = 1150 B \cdot \delta = 1150 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}0045 = 1{,}04$ кг/м.

Відповідно до рекомендацій приймаємо діаметр роликів роликоопорdp = 63 мм.

Умовне позначення роликоопор:

Робоча гілка: роликоопора ЖЦ–200–63–30о ГОСТ 2645–77

Холоста гілка: роликоопора Н–200–63 ГОСТ 22645–77

Знайдемо погонну масу частин, що обертаються

$q_{\beta}^{p} = 4{,}2$ кг/м;

$q_{\beta}^{x} = 1{,}25$ кг/м.

Визначаємо погонну масу рухомих частин конвеєра за формулою

$$q_к = q_к^p + q_к^x = (q_л + q_p^p) + (q_л + q_p^x) = 1{,}04 + 4{,}2 + 1{,}04 + 1{,}25 = 7{,}5 \text{ кг/м}$$

де $q_л$ – погонна маса стрічки;

q_p^p – погонна маса обертових частин роликоопор робочої гілки конвеєра;

q_p^x – погонна маса обертових частин роликоопор холостий гілки конвеєра.

Визначимо тягову силу конвеєра.

$$F_0^{/} = \left[\omega \cdot L_Г \cdot \left(q + q_k\right) \pm q \cdot H\right] \cdot g \cdot k_k$$

де ω =0,025–коефіцієнт опору;

$L_Г$ =1,53 м–довжина проекції конвеєра на горизонтальну площину;

q –погонна маса вантажу (маса максимального числа заготовок на стрічці);

Н – висота підйому стрічки вантажу, м;

Знаходимо крок, через який заготовки потрапляють на стрічку.

$$T = V \cdot П \text{ м} \tag{6.15}$$

де V – Лінійна швидкість стрічки транспортера, м / с;

$П$ =0,5шт/с – продуктивність ділильної головки.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} \text{ ,м/с} \tag{6.16}$$

де ω =18,84 рад/с – кутова швидкість приводного валу транспортера;

d =0,063м – діаметр роликоопор.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} = 18{,}84 \frac{0{,}063}{2} = 0{,}59 \text{ ,м/с} \tag{6.17}$$

$$T = V \cdot П = 0{,}59 \cdot 0{,}5 = 0{,}295 \text{ ,м.}$$

Тоді кількість заготовок на стрічці дорівнює:

$$n = L / T \tag{6.18}$$

L = 2,2 м – Довжина транспортера.

$$n = L/T = 2.2/0{,}295 = 7.4 \text{ заготовок}$$

Якщо прийняти масу однієї заготівлі = 1 кг. Тоді погонна маса вантажу дорівнює:

$$q = 7 \cdot 1 = 7 \text{ , кг.}$$

Н–висота підйому;

$$\text{Н} = L \cdot tg\beta = 2{,}2 \cdot tg45^0 = 2{,}2м \tag{6.19}$$

$\kappa_к$ –Коефіцієнт, що враховує геометричні та конструктивні особливості конвеєра.

$$k_k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \tag{6.20}$$

де k_1=1,5– коефіцієнт, що залежить від довжини конвеєра;

k_2=1– коефіцієнт, що залежить від перегину траси;

k_3=1– коефіцієнт, що залежить від виду приводу;

k_4=1– коефіцієнт, що залежить від наявності натяжної станції;

k_5=1– коефіцієнт, що залежить від виду розвантаження конвеєра.

$$k_k = 1{,}5_1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}5$$

$$F_0^{/} = \left[0{,}025 \cdot 1{,}53 \cdot (7 + 7{,}5) + 7 \cdot 2\right] \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5 = 214.1H$$

Коефіцієнт зчеплення між резинотканевой стрічкою і сталевим барабаном приймаємо рівним f=0,025

Приймаємо кут обхвату 2000.

$$k_s = 1{,}73$$

Визначаємо максимальний статичний натяг стрічки.

$$F_{\max} = k_s \cdot F_0^{/} = 1{,}73 \cdot 214.1 = 370.5 \text{ Н} \tag{6.21}$$

Перевіряємо необхідну мінімальну кількість тягових прокладок у стрічці.

$$z \geq z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_{\text{р}} \cdot B} = \frac{370.5}{12 \cdot 200} = 0{,}15;$$

$$z = 1$$

Визначимо мінімальний діаметр приводного барабана.

$$D_{\text{п.б.}}^{\min} = \text{k} \cdot \text{z}; \tag{6.22}$$

де k = 140 – коефіцієнт, що залежить від типу тканини;

z–число прокладок.

$$D_{\text{п.б.}}^{\min} = 140 \cdot 1 = 140 мм$$

За ДСТ 22644–77 приймаємо діаметр приводного барабана 180мм.

Визначаємо потужність на приводному валу конвеєра.

$$N_{TP} = \frac{F_0 \cdot V}{10^3 \cdot \eta_{\text{бар}}}; \tag{6.23}$$

де V – швидкість руху стрічки конвеєра.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} = 18{,}84 \frac{0{,}18}{2} = 1{,}69 \text{ ,м/с} \tag{6.24}$$

де d – прийнятий діаметр барабана;

ω =18,84 рад/с – кутова швидкість приводного валу транспортера.

$$\eta_{бар} = \frac{1}{1 + \omega_\delta \cdot (2k_s - 1)}; \tag{6.25}$$

де ω_δ – коефіцієнт опору барабана (ω_δ =0,03..0,05);

k_s =1,85 – коефіцієнт зчеплення барабана зі стрічкою.

$$\eta_{бар} = \frac{1}{1 + 0{,}04 \cdot (2 \cdot 1{,}85 - 1)} = 0{,}9;$$

$$N_{TP} = \frac{214.1 \cdot 1{,}69}{10^3 \cdot 0{,}9} = 0{,}402 \text{ кВт.}$$

Визначаємо повну потужність, необхідну для роботи машини.

$$N = N_H + N_{ДГ} + N_T = 1{,}335 + 0{,}46 + 0{,}402 = 2{,}197 \text{ , кВт}$$

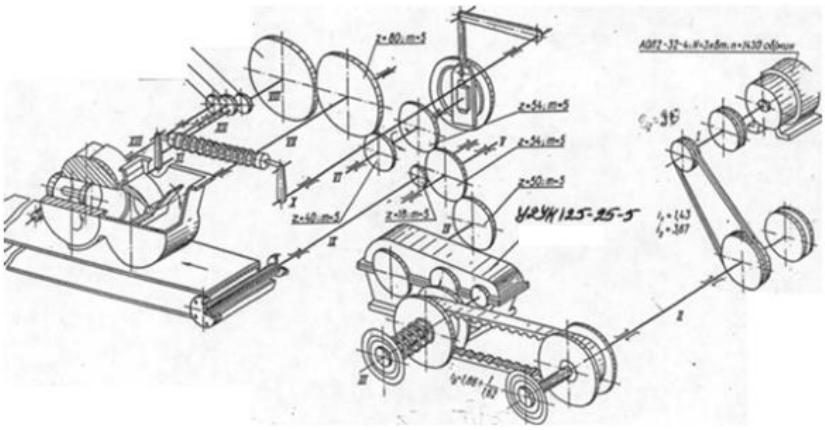
Визначаємо потужність електродвигуна за формулою

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta} = \frac{2.197}{0.75} = 2.92 \text{ , кВт}$$

де η – ККД приводу машини.

Встановлена потужність приводу становить 2,92 кВт, для установки на машину приймаємо асинхронний трифазний двигун серії 4А100S4У3, потужністю NДВ=3кВт, діаметр вихідного валу dвих=28мм, асинхронна частота обертання $n_{дв} = 1430 об/мин, \frac{T_{пуск}}{T_{ном}} = 2,0$.

6.3. Кінематичний розрахунок.



1 – приводний електродвигун, 2 – варіатор, 3 – редуктор. 4 – головний вал, 5– транспортер, 6 – робоча камера, 7 – ділильна головка, 8 – привід заслінки, що відсікає

Рис. 6.1. Кінематична схема тістоділильної машини.

Визначаємо максимальні кутові швидкості та частоти обертання на валах приводу.

$\omega_{дв}$ – Кутова швидкість на валу двигуна, рад/с.

$$\omega_{дв} = \frac{n_{дв} \cdot \pi}{30} = \frac{1430 \cdot 3,14}{30} = 149,6 рад/с$$

$$\omega_I = \omega_{дв} = 149,6 рад/с$$

Кутову швидкість на і–тому валу визначаємо з відношення

$$\omega_i = \frac{\omega_j}{u_{ji}} \qquad (6.26)$$

де u_{ji} – Передаточне відношення від j–того валу до і–тому.

Тоді маємо, що кутові швидкості на валах рівні:

$$\omega_{II} = \frac{\omega_{\text{I}}}{u_{I-II}} = \frac{149,6}{1,43} = 104,62\,рад/с$$

$$\omega_{III} = \frac{\omega_{II}}{u_{II-III}} = \frac{104,62}{1/1,62} = 169,48\,рад/с$$

$$\omega_{IV} = \frac{\omega_{III}}{u_{III-IV}} = \frac{169,48}{25} = 6,78\,рад/с$$

$$\omega_{V} = \frac{\omega_{IV}}{u_{IV-V}} = \frac{6,78}{54/50} = 6,28\,рад/с$$

$$\omega_{VI} = \frac{\omega_{V}}{u_{V-VI}} = \frac{6,28}{54/54} = 6,28\,рад/с$$

$$\omega_{VII} = \frac{\omega_{VI}}{u_{VI-VII}} = \frac{6,28}{80/40} = 3,14\,рад/с$$

$$\omega_{VIII} = \frac{\omega_{VII}}{u_{VII-VIII}} = \frac{3,14}{80/80} = 3,14\,рад/с$$

$$\omega_{IX} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{V-IX}} = \frac{6,28}{18/54} = 8,37\,рад/с$$

$$\omega_{XII} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{VI-XII}} = \frac{3,14}{31/112} = 11,34\,рад/с$$

$$\omega_{XIII} = \frac{\omega_{XII}}{u_{XII-XIII}} = \frac{11,34}{16/31} = 21,98\,рад/с$$

Частоти обертання на валах рівні:

$$n_I = n_{дв} = 1430\,об/мин$$

$$n_{II} = \frac{30\omega_{II}}{\pi} = \frac{30 \cdot 104,62}{3,14} = 1000\,об/мин \qquad (6.27)$$

$$n_{III} = \frac{30\omega_{III}}{\pi} = \frac{30 \cdot 169,48}{3,14} = 1619\,об/мин$$

$$n_{IV} = \frac{30\omega_{IV}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6,78}{3,14} = 64,8\,об/мин$$

$$n_V = \frac{30\omega_V}{\pi} = \frac{30 \cdot 6{,}28}{3{,}14} = 60 об/мин$$

$$n_{VI} = \frac{30\omega_{VI}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6{,}28}{3{,}14} = 60 об/мин$$

$$n_{VII} = \frac{30\omega_{VII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3{,}14}{3{,}14} = 30 об/мин$$

$$n_{VIII} = \frac{30\omega_{VIII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3{,}14}{3{,}14} = 30 об/мин$$

$$n_{IX} = \frac{30\omega_{IX}}{\pi} = \frac{30 \cdot 8{,}37}{3{,}14} = 80 об/мин$$

$$n_{XII} = \frac{30\omega_{XII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 11{,}34}{3{,}14} = 108{,}3 об/мин$$

$$n_{XIIi} = \frac{30\omega_{XIII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 21{,}98}{3{,}14} = 210 об/мин$$

Потужність на валах рівна:

$$N_I = N_{\text{дв}} = 2{,}92 \text{ кВт} \quad (6.27)$$

$$N_{II} = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{пер}} = 2{,}92 \cdot 096 = 2{,}8 \text{ кВт}$$

$$N_{III} = N_{II} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}8 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}6 \text{ кВт}$$

$$N_{IV} = N_{III} \cdot \eta_{\text{р}} = 2{,}6 \cdot 0{,}97 = 2{,}5 \text{ кВт}$$

$$N_V = N_{IV} \cdot \eta_{\text{ч}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}5 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}3 \text{ кВт}$$

$$N_{VI} = N_V \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}3 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}1 \text{ кВт}$$

$$N_{VII} = N_{VI} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}1 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}0 \text{ кВт}$$

$$N_{VIII} = N_{VII} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}0 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}9 \text{ кВт}$$

$$N_{IX} = N_{VIII} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 1{,}9 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}8 \text{ кВт}$$

$$N_X = N_{IX} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 1{,}8 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}7 \text{ кВт}$$

$$N_{XI} = N_X \cdot \eta_{\text{р}} = 1{,}7 \cdot 0{,}97 = 1{,}6 \text{ кВт}$$

$$N_{XII} = N_{XI} \cdot \eta_{\text{ц}} = 1{,}6 \cdot 0{,}97 = 1{,}5 \text{ кВт}$$

$$N_{XIII} = N_{XII} \cdot \eta_{\text{р}} = 1{,}5 \cdot 0{,}97 = 1{,}4 \text{ кВт}$$

Обертальний момент на валах дорівнює:

$$\text{T}_I = \frac{N_I}{w_I} = \frac{2{,}92 \cdot 10^3}{149{,}6} = 19{,}5 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм}) \quad (6.28)$$

$$T_{II} = \frac{N_{II}}{w_{II}} = \frac{2{,}8 \cdot 10^3}{104{,}62} = 26{,}7 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{III} = \frac{N_{III}}{w_{III}} = \frac{2{,}6 \cdot 10^3}{169{,}48} = 15{,}3 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{IV} = \frac{N_{IV}}{w_{IV}} = \frac{2{,}5 \cdot 10^3}{6{,}78} = 368{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{V} = \frac{N_{V}}{w_{V}} = \frac{2{,}3 \cdot 10^3}{6{,}28} = 366{,}3 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VI} = \frac{N_{VI}}{w_{VI}} = \frac{2{,}1 \cdot 10^3}{6{,}28} = 331{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VII} = \frac{N_{VII}}{w_{VII}} = \frac{2{,}0 \cdot 10^3}{3{,}14} = 636{,}2 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VIII} = \frac{N_{VIII}}{w_{VIII}} = \frac{1{,}9 \cdot 10^3}{3{,}14} = 605{,}0 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{IX} = \frac{N_{IX}}{w_{IX}} = \frac{1{,}8 \cdot 10^3}{8{,}37} = 215{,}0 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{X} = \frac{N_{X}}{w_{X}} = \frac{1{,}7 \cdot 10^3}{11{,}34} = 149{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{XII} = \frac{N_{XII}}{w_{XII}} = \frac{1{,}5 \cdot 10^3}{21{,}98} = 68{,}2 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{XIII} = \frac{N_{X}}{w_{X}} = \frac{1{,}4 \cdot 10^3}{11{,}34} = 123{,}4 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

6.4. Перевірочний розрахунок клинопасової передачі

Залежно від частоти обертання меншого шківа n1 (n1=nдв=1430 об/хв) і потужності P=Pдв=3 кВт, що передається, приймаємо переріз клинового ременя А.

Діаметр меншого шківа за формулою:

$$d_1 \approx (3-4)\sqrt[3]{T} \qquad (6.29)$$

$$d_1 \approx (3-4) \cdot \sqrt[3]{19{,}5 \cdot 10^3} \approx 81{,}5 - 108\ (\text{мм})$$

Діаметр шківа для ременів перерізу А не повинен бути менше 100 мм, приймаємо

d1=100 мм

Діаметр більшого шківа визначаємо за формулою:

$$d_2 = U_p \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \quad (6.30)$$

$d_2 = 3{,}67 \cdot 100 \cdot (1 - 0{,}01) = 363$ (мм)

Приймаємod2=400 мм, відповідно до ГОСТ 17383–73

Уточнюємо передатне відношення

$$U_p = \frac{d_2}{d_1 - (1-\varepsilon)} \quad (6.31)$$

$$U_p = \frac{400}{100 \cdot (1 - 0.01)} = 3.96$$

Розбіжність за первісним прийнятим значенням:

$3{,}96 - 3{,}67/3{,}67 \cdot 100\% = 0{,}7\%$що менше допускається.

Отже, остаточно приймаємо діаметри шківів d1=100 мм

d2 = 400 мм.

Міжосьова відстань слід прийняти в інтервалі:

$$a_{min} = 0.55(d_1 - d_2) + T_0 \quad (6.32)$$

$$a_{max} = d_1 + d_2 \quad (6.33)$$

$a_{min} = 0{,}55 \cdot (100 + 400) + 8 = 283$ (мм)

$a_{max} = 100 + 400 = 500$ (мм)

Приймаємо попередньо близьке значенняар=430 мм.

Розрахункова довжина ременя визначається за такою формулою:

$$L = 2 \cdot a_p + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a_p} \quad (6.34)$$

$$L = 2 \cdot 430 + 0.5 \cdot 3.14 \cdot (100 + 400) + \frac{(400 - 100)^2}{4 \cdot 430} = 1749 \text{ (мм)}$$

Найближче значення за стандартом L=1800 мм.

Уточнення значення міжосьової відстані ар з урахуванням стандартної довжини ременя, наведеної в табл. 7.7 [2], приймаємо L=1800 мм:

$$a_p = 0.25 \cdot \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y}\right] \quad (6.35)$$

$$a_p = 0.25\left[(1800-785)+\sqrt{(1800-785)^2-2\cdot 9000}\right] = 505\ (\text{мм})$$

Де$w = 0.5\cdot\pi\cdot(d_1+d_2) = 0.5\cdot 3.14\cdot 500 = 785\ (\text{мм})$

$y = (d_2-d_1)^2 = (400-100)^2 = 90000$

Кут обхвату меншого шківа визначаємо за формулою:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57\cdot\frac{d_2-d_1}{a_p} \qquad (6.36)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57\cdot\frac{300}{505} = 146^\circ$$

Коефіцієнт режиму роботи, що враховує умови експлуатації передачі: для приводу до стрічкового конвеєра при однозмінній роботіСр = 1,0

Коефіцієнт, що враховує вплив довжини ременя: для ременя перерізу Б при довжині L=1800 мм

CL=1.01

Коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату при α_1=146º

Cα≈0,89

Коефіцієнт, що враховує число ременів у передачі: припускаючи, що число ременів у передачі буде від 2 до 3, приймаємо

Cz = 0,95

Число ременів у передачі визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P\cdot C_p}{P_o\cdot C_z\cdot C_\alpha\cdot C_L} \qquad (6.37)$$

$$Z = \frac{3\cdot 1{,}0}{1{,}3\cdot 0{,}95\cdot 0{,}89\cdot 1{,}01} = 2{,}8$$

Приймаємо Z=3.

Натяг гілки клинового ременя визначаємо за формулою:

$$F_0 = \frac{850\cdot P\cdot C_p\cdot C_L}{Z\cdot V\cdot C_\alpha} + \theta\cdot V^2 \qquad (6.38)$$

$$F_0 = \frac{850\cdot 3\cdot 1{,}0\cdot 1{,}01}{3\cdot 7{,}4\cdot 0{,}89} + 0{,}18\cdot 7{,}4^2 = 185{,}2\ (\text{Н})$$

де$V = 0.5\cdot w_{\text{дв}}\cdot d_1 = 0{,}5\cdot 149{,}6\cdot 0{,}10 = 7{,}4$

Тиск на вали визначаємо за формулою:

$$F_в = 2 \cdot F_o \cdot Z \cdot \sin\frac{\alpha_1}{2} \quad (6.39))$$

$$F_в = 2 \cdot 185{,}2 \cdot 3 \cdot \sin 73° = 1062\ (Н)$$

Робочий ресурс ременів визначається за такою формулою:

$$H0 = Nоц \cdot \frac{L}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1} \cdot \left(\frac{G_{-1}}{G_{max}}\right)^8 \cdot C_i \cdot C_H \quad (6.40)$$

де – Базова кількість циклів. Для ременів перерізом ≥ 4,6 $106N_{оц}N_{оц}$ ·

L – розрахункова довжина ременя (L = 1,8 м);

d_1– Діаметр меншого шківа (= 0,1 м);d_1

n_1– Частота обертання (= 1430об/хв);n_1

G_{-1}– Межа витривалості (= 7 Мпа);G_{-1}

G_{max}– максимальна напруга у перерізі ременя МПа;

C_i – Коефіцієнт, що враховує вплив передаточного відношення;

C_H – Коефіцієнт, що залежить від навантаження, (при періодично змінюється навантаженні від нуля до номінального значення);$C_H = 2$

$$C_i = 1{,}5 \cdot - 0{,}5\sqrt[3]{u} \quad (6.41)$$

$$C_i = 1{,}5 \cdot - 0{,}5 = 1.8\sqrt[3]{4}$$

Максимальна напруга в перерізі ременя знаходиться за формулою:

$$G_{max} = G1 + Gu + Gv \leq [\ ]G_{доп} \quad (6.42)$$

де G1 – напруга від розтягування, МПа;

Gu – напруга від вигину ременя, МПа;

Gv – напруга від відцентрової сили, МПа;

[] – Допустима напруга ременя, [] = 10 МПа;$G_{доп}G_{доп}$

Напруга від розтягування знаходиться за формулою:

$$G1 = G0 \cdot \left(\frac{F_t}{2} \cdot d1 \cdot Z\right) \quad (6.43)$$

де – колова сила, що діє в зачепленні, Н;F_t

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1 \cdot 1000}{d_1} \quad (6.44)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 118{,}78 \cdot 1000}{0{,}1} = 1{,}9\ (Н)$$

$$G1 = 1{,}5 \cdot (\cdot 0{,}1 \cdot 3) = 0{,}53 \text{ (МПа)} \frac{1{,}9}{2}$$

Напруга від вигину ременя визначається за формулою:

$$Gu = Eu \cdot \frac{H}{d_1} \qquad (6.45)$$

де Eu – для бавовняних ременів Eu = 50 – 80 МПа;

$$Gu = 50 \cdot \frac{10{,}8 \cdot 10^{-3}}{0{,}1} = 4{,}32 \text{ (МПа)}$$

Напруга від відцентрової сили визначається за формулою:

$$Gv = p \cdot \cdot \upsilon^2 10^{-6} \qquad (6.46)$$

де p – густина ременя, p = 1100 – 1200 кг/м3;

$$Gv = 1100 \cdot \cdot = 0{,}0023 \text{ (МПа)} 1{,}4^2 10^{-6}$$

Знайдемо максимальну напругу ременя:

$$G_{max} = 0{,}53 + 4{,}32 + 0{,}0023 = 4{,}85 \leq []G_{доп}$$

Дана клинопасова передача відповідає розрахунковим і вихідним параметрам, а також має достатню працездатність та довговічність.

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вступ

Створення і освоєння нових технологій в галузі машинобудування в Україні є важливим завданням, яке сприяє розвитку економіки країни. Ці технології спрямовані на зростання продуктивності праці, поліпшення якості продукції, зниження матеріаломісткості і собівартості, а також забезпечення екологічної безпеки виробництва. Машинобудівельна галузь, як ключова для розвитку інших промислових секторів, також має потенціал вийти на світовий ринок і конкурувати з продукцією інших країн.

Головні напрямки розвитку виробництва в машинобудуванні включають механізацію і автоматизацію процесів, використання систем автоматизованого проектування на всіх етапах життєвого циклу виробу, включаючи конструкторську розробку, впровадження виробу у виробництво і експлуатацію, а також використання обладнання з вбудованими засобами мікропроцесорної техніки та верстатів з числовим управлінням (ЧПУ).

У аналітичній частині проекту проведено опис матеріалу деталі, аналіз конструкції та технологічності деталі, визначені показники технологічності. Також проведено аналіз чинного технологічного процесу отримання деталі "Втулка" і надано опис типу виробництва разом з характеристиками.

Службове призначення, тип деталі, опис матеріалу деталі, матеріалу замінника і покриття

Деталі класу «втулки» служать або як проміжні елементи для базування в корпусних деталях підшипникових опор, або для виконання функції предачі крутного моменту (шестерні).

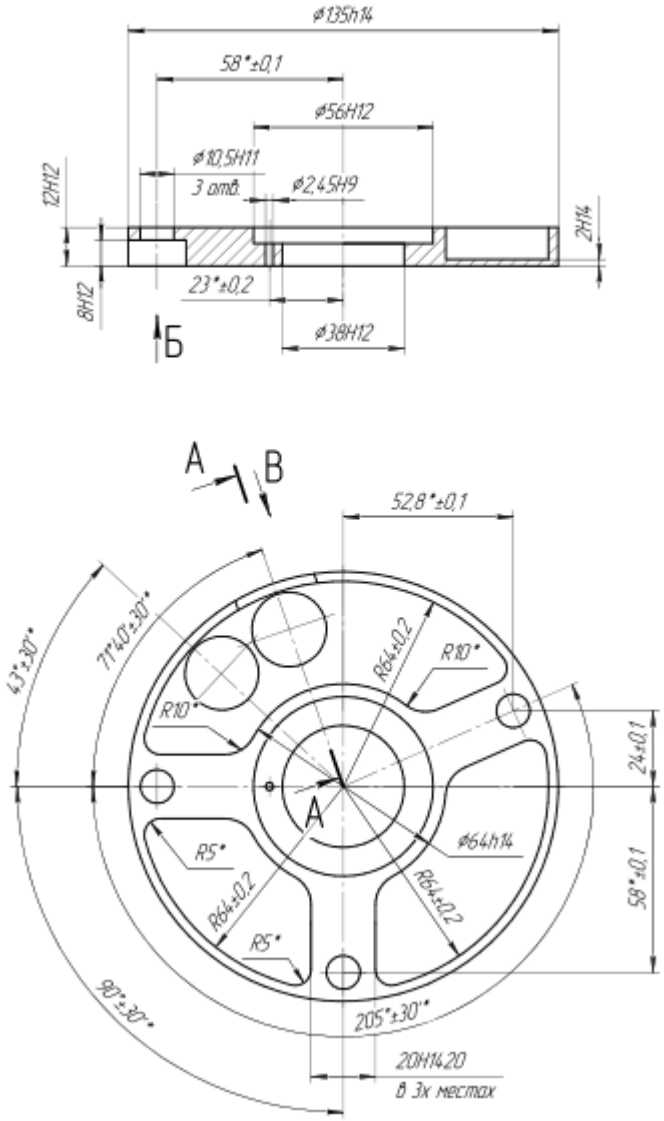


Рис. 7.1. Деталь типу «втулка»

Згідно з цільовим призначенням, виконавчими поверхнями втулок можуть бути основний отвір і співісна йому зовнішня циліндрична поверхня або зубчаста поверхня (шпонкові пази). У даній деталі виконавчою поверхнею є основний отвір діаметром 38 мм, який відповідає геометричним вимогам стандарту H12.

Основною конструкторською базою для деталей класу "втулки" є ось основного отвору, якщо деталь встановлюється на вал, або зовнішня циліндрична поверхня, якщо деталь вставляється в отвір корпусу.

Основною технологічною базою при обробці деталей класу "втулки" є основний отвір, якості розташування якого залежить точність обробки інших поверхонь.

Втулка виготовлена зі сплаву АД1, який є алюмінієм технічної чистоти з домішками не більше 0,7%, переважно заліза і кремнію. Він відноситься до системи Al-Cu-Mg-Mn. Цей сплав інтенсивно зміцнюється термічною обробкою і добре деформується як у гарячому, так і у холодному стані. Гаряча деформація можлива в широкому діапазоні температур від 350°С до 450°С. При кімнатній температурі сплав може піддаватися деформації як в отжеженому, так і в загартованому стані. Алюмінієві сплави широко використовуються для елементів конструкцій і деталей, які не несуть значного навантаження і вимагають матеріалу з високою пластичністю, хорошою зварюваністю, високою стійкістю до корозії, теплопровідністю і електропровідністю.

Таблиця 7.1. Хімічний склад матеріалу АД1 в%

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	домішок
до 0.3	до 0.3	до 0.025	до 0.15	min 99.3	до 0.05	до 0.05	до 0.1	інші, кожна 0.05; всього 0.7

Примітка: Al – основа; % вміст Al дано приблизно.

Таблиця 7.2. Механічні властивості при Т = 20оС матеріалу АД1

сортамент	σв, МПа	σт, МПа	d5 %	Y %	KCU кДж / м2	НВ
сплав відпалений	70	30	36	89	900	25

Таблиця 7.3. Фізичні властивості матеріалу АД1

Т, град	Е 10 5, МПа	а 106, 1 / Град	l, Вт / (м · град)	r, кг / м3	С, Дж / (кг · град)	R 109, Ом · м

20	0.71			2710		29.2
100		24	226			
200		25.6				

Таблиця 7.4. Зварюваність

без обмежень	зварювання проводиться без підігріву і без наступної термообробки
обмежено зварювана	зварювання можлива при підігріві до 100–120 град. і подальшій термообробці
важкозварювальних	для отримання якісних зварних з'єднань потрібні додаткові операції: підігрів до 200–300 град. при зварюванні, термообробка після зварювання

Матеріалом замінником є алюмінієвий сплав Д16. Сплав Д16 відноситься до термічно зміцнює алюмінієвих сплавів. Це означає, що його можна загартувати. Сплав містить 3,8–4,9% міді і 1,2–1,8% магнію.

Таблиця 7.5. Хімічний склад матеріалу А16 в%

Fe	Si	Mn	Ni	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	домішок
до 0.5	до 0.5	0.3 – 0.9	до 0.1	до 0.1	90.8 – 94.7	3.8 – 4.9	1.2 – 1.8	до 0.3	інші, кожна 0.05; всього 0.1

Примітка: Al – основа; процентний вміст Al дано приблизно.

Таблиця 7.6. Механічні властивості при Т = 20оС матеріалу Д16

сортамент	σв, МПа	σт, МПа	d5 %	Термообр.
–	470	300	19	Загартування і старіння

Твердість матеріалу Д16, сплав відпалений	НВ 10 –1 = 42 МПа
Твердість матеріалу Д16 після гарту і старіння	НВ 10 –1 = 105 МПа

Таблиця 7.7. Фізичні властивості матеріалу Д16

T, град	E 10 5, МПа	a 106, 1 / Град	l, Вт / (м · град)	r, кг / м3	C, Дж / (кг · град)
20	0.72			2800	
100		22,9	130		0,92

позначення:

– механічні властивості:

σв – Межа короткочасної міцності, [МПа];

σт – Межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації), [МПа];

d5 – Відносне подовження при розриві, [%];

y – Відносне звуження, [%];

KCU – ударна в'язкість, [кДж / м2];

НВ – твердість по Брінеллю.

– Фізичні властивості:

T – Температура, при якій отримані дані властивості, [Град];

E – Модуль пружності першого роду, [МПа];

A – Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20 °), [1 / Град];

l – Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), Вт / (м · град)];

r – Щільність матеріалу, [кг / м3];

C – Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20 ° – T), [Дж / (кг · град)];

R – Питомий електроопір, [Ом · м].

Сплав Д16 добре піддається точковому зварюванню. Проте, при газовому і аргоно-дуговому зварюванні з використанням присадки Д16, він може утворювати кристалізаційні тріщини. Межа міцності зварного

з'єднання становить 60-75% від міцності основного матеріалу. При перезакалці та природному старінні міцність зварного з'єднання може досягати 90% від міцності основного матеріалу. Проте, пластичність зварних швів знижена.

Деталі зі сплаву Д16 зазвичай експлуатуються при температурах, які не перевищують 120 °С, оскільки сплав має схильність до міжкристалітної корозії при високих температурах. Для захисту сплаву від корозії застосовується анодне оксидування.

Деталь покривається Ан.окс.нхр ГОСТ 9.301–86. Анодно-оксидне покриття дюралюмінію для отримання товстої твердої окисної плівки використовується спеціальна низькотемпературна ванна. Цей процес застосовується для збільшення зносостійкості деталей з дюралюмінію. Колір покриття Ан.окс.нхр на сплавах АД1 і Д16 зазвичай має зеленувато-блакитний колір з райдужними відтінками або без них.

Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність конструкції виробу або деталі визначається згідно з ГОСТ 14.205-83 як сукупність властивостей, що впливають на їхню пристосованість до досягнення оптимальних витрат під час виробництва, експлуатації та ремонту, враховуючи задані показники якості, обсяг випуску і умови виконання робіт.

Виробнича технологічність проявляється у зменшенні витрат коштів і часу на конструкторську та технологічну підготовку виробництва, виготовлення та контроль виробів або деталей.

сновними факторами, що впливають на вимоги до технологічності конструкції, є вид виробу, обсяг випуску і тип виробництва. Тип виробу визначає конструктивні та технологічні характеристики, які вимагають основні вимоги до технологічності конструкції, а обсяг випуску і тип виробництва визначають ступінь технологічного обладнання, механізації та автоматизації технологічних процесів.

Оцінка технологічності конструкції деталі проводиться за якісними і кількісними показниками. Якісна оцінка описує технологічність конструкції узагальнено, використовуючи такі оціночні характеристики, як "технологічно - нетехнологічно", "добре - погано" і т.д. Кількісна оцінка технологічності виражається числовим показником, який відображає ступінь відповідності вимогам до технологічності конструкції.

Таблиця 7.8., що містить дані про оброблювані поверхні деталі, кількість однакових поверхонь, їх точність, шорсткість і включення розмірів у нормальні або стандартизовані значення, дозволяє визначити приватні показники технологічності для оцінки складності обробки деталі.

Індивідуальні показники технологічності включають:

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі (Ку) - відображає ступінь використання стандартизованих або уніфікованих компонентів у конструкції деталі. Чим вищий Ку, тим більша спрощена обробка і виготовлення деталі.

Коефіцієнт точності обробки (Кт) - відображає вимоги до точності обробки поверхонь деталі. Більша точність обробки може вимагати більш складних технологічних операцій і обладнання.

Коефіцієнт шорсткості поверхонь (Кш) - відображає вимоги до шорсткості поверхонь деталі. Більша шорсткість може потребувати додаткових операцій з обробки для досягнення необхідної якості.

Зазначені показники дозволяють оцінити складність обробки деталі. Чим вищі значення Ку, Кт і Кш, тим більша складність обробки і виготовлення деталі.

У Таблиці 7.8 також можуть бути вказані дані про видалення стружки та підведення змащувально-охолоджувальної рідини під час обробки. Це важливі фактори, які впливають на ефективність та якість процесу обробки.

Загальна якісна оцінка технологічності конструкції деталі "Втулка" відносно обробки різанням з використанням автоматизованого обладнання

(верстатів з ЧПУ) може бути здійснена на підставі виконання зазначених вимог та аналізу приватних показників технологічності.

Таблиця 7.8. Визначення показників технологічності конструкції деталі

поверхня (Розмір)	кількість поверхонь Ni	Квалитет точності Ti	Шорсткість Ra, мкм ші	уніфікація розмірів
∅134	1	11	6,3	–
∅56	1	12	12,5	+
∅2,45	1	9	3,2	–
∅38	1	12	12,5	+
∅10,5	3	11	6,3	+
∅24	2	12	12,5	+
∅64	1	14	12,5	–
∅26	1	14	12,5	+
R64	3	12	12,5	–
R9	1	11	6,3	+
R10	6	11	6,3	+
R5	6	11	6,3	+
12	1	12	12,5	+
8	1	12	12,5	+
2	3	14	12,5	+
5	3	12	12,5	+
18	3	12	12,5	+
4	1	14	12,5	+
20	3	14	12,5	+
разом	42			уніфікованих 36

У таблицю внесені тільки механічно оброблювані поверхні і не внесені міжосьові відстані і тому подібні розміри між уявними об'єктами (наприклад, відстань від площини до осі отвору і т.п.).

З таблиці видно, що всі поверхні виконуються по 12–14 квалітету. Це спрощує виготовлення деталі.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_y = \frac{Q_y}{N} \quad (1)$$

де Qy – кількість уніфікованих конструктивних елементів;

N – загальна кількість конструктивних елементів (поверхонь).

$$K_y = \frac{36}{42} = 0{,}86$$

Коефіцієнт точності обробки (середній квалітет точності) КТ

$$K_T = \frac{\sum T_i \cdot N_i}{N} \quad (2)$$

де Ті – квалітет точності

Ni – кількість поверхонь даного квалітету точності

N – загальна кількість поверхонь (крім різьби)

КТ = (9 · 1 + 11 · 17 + 12 · 15 + 14 · 9) / 42 = 12

Коефіцієнт шорсткості поверхонь (середня шорсткість) Кш

$$K_{Ш} = \frac{\sum Ш_i \cdot N_i}{N} \quad (3)$$

де ші – шорсткість даної поверхні

Ni – кількість поверхонь даної шорсткості

N – загальна кількість поверхонь

КШ = (3,2·1 + 6,3·24 + 12,5·24) / 42 = 10,8

Висновок: Загалом, конструкція деталі "Втулка" має середню точність 12 квалітет та середню шорсткість Ra 10,8 мкм. Більшість конструктивних елементів уніфікована, що спрощує виготовлення деталі. Загальна технологічність деталі дозволяє її виготовляти без значних труднощів. Однак, виконання окремих технічних вимог може потребувати додаткових зусиль і використання спеціалізованої технології, відповідного обладнання і оснастки. Для досягнення оптимальних результатів рекомендується вибрати раціональну технологію, яка задовольняє всі вимоги до точності, шорсткості і доступу до поверхонь деталі.

Аналіз вихідної заготовки

Для даної деталі, в якості вихідної заготовки на заводі "ЗІП" використовується прутковий метал круглого профілю АД1 КР згідно з ГОСТ 21488-76. Вихідний метал раніше нарізають на заготовки довжиною 17 мм.

Важливо, щоб діаметри круглих прутків, їх граничні відхилення та теоретична маса 1 м дроту відповідали встановленим нормам, зазначеним у ГОСТ 21488-76. Для отримання деталі збереженої якості, важливо враховувати ці параметри з таблиці 7.9.

Таблиця 7.9.

номінальний діаметр, мм	Граничне відхилення по формі, мм			Площа поперечного перерізу, мм2			Теоретична маса 1 м дроту, кг		
	норм. точності	покращення. точності	високої точності	норм. точності	покращення. точності	високої точності	норм. точності	покращення. точності	високої точності
140	– 1,60	±0,85	–	15218	15394	–	41,1	41,6	–

Механічні властивості прутків нормальної міцності при розтягуванні повинні відповідати вказаним в таблиці 7.10.

Таблиця 7.10.

Марка сплаву	Стан матеріалу прутків при виготовленні	Стан матеріалу зразків при випробуванні	Діаметр прутків, мм	Тимчасовий опір Rm, МПа	межа плинності Rp 0,2 МПа	Відносне подовження A,%
АД1	Без термічної обробки	Без термічної обробки	Від 8 до 300 включ.	60	–	25

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою

КІМ = mд / mз (4)

де mд–маса деталі, кг;

mз– маса заготовки, кг.

КІМ = 0,15 / 0,707 = 0,21.

В ході аналізу заготовки, використовуваної заводом «ЗІП», видно, що істотним недоліком є дуже низький коефіцієнт використання матеріалу, що становить 22%, що значно збільшує вартість виробу.

Проектування маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі і формування технологічних операцій механічної обробки

Механічну обробку розподіляємо на різні операції, установки, позиції та переходи, визначаємо послідовність операцій і їх кількість. Проте, на поточному етапі технологічного процесу виявлені деякі помилки. Для кожної операції ми вибираємо відповідне обладнання і розробляємо конструктивну схему пристосування. Розподіл обсягу обробки на операції, вибір обладнання та формування операцій залежать від конструктивно-технологічних особливостей деталі і вимог до її основних, найбільш відповідальних поверхонь, а також від умов виробництва.

Операційна технологія розробляється з урахуванням місця кожної операції у маршрутній технології. На момент проектування кожної операції ми знаємо, які поверхні були оброблені на попередніх операціях і з якою точністю, а також які поверхні потрібно обробити на даній операції і з якою точністю. Проектування технологічних операцій пов'язане з розробкою їх структури, складанням схем налагоджень, розрахунком настроювальних розмірів та очікуваної точності обробки, визначенням режимів обробки і норми часу.

Під час розрахунків точності та перевірки продуктивності може знадобитись зміна маршрутної технології, вибір іншого обладнання, зміст операції або умов її виконання. Операційна технологія дає можливість

видати завдання на конструювання спеціального устаткування, засобів механізації та автоматизації, а також розробку засобів технічного оснащення.

При проектуванні технологічних операцій враховується багатоваріантність завдання, а варіанти оцінюються з точки зору продуктивності і собівартості, керуючись техніко-економічними принципами проектування і прагнучи до максимальної економії часу і високої продуктивності.

У даному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмуванням (ЧПУ), токарні верстати з гідросуппортом, токарно-револьверні універсальні верстати, поздовжньо-фрезерні верстати та фрезерно-свердлильно-розточувальні верстати (ОЦ).

Зведемо розроблений маршрут виготовлення робили «Втулка» в таблицю 7.10.

Таблиця 7.10. Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Втулка»

№ операції	Найменування і короткий зміст операції	устаткування	пристосування
005	контрольна Перевірити пруток на відповідність ГОСТам		плита контрольна
010	заготівельна Різати металу на заготовки довжиною 17	Відрізний кругопільний автомат 8Г663	Шангенцірк. ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89
015	Токарська <u>Уст.А</u> поз.I Підрізати торець, витримуючи Ø134h14 до 15,5H13; Поз.II	Універсальний токарний верстат 1К62	3–х кулочковий патрон; Різець прохідний прямий Свердло центр. ГОСТ 14952–75

	Гостру кромку притупити; Уст.Б Поз.I Підрізати торець, витримуючи Ø134h14 до 15,5H13; Поз.II гостру кромку притупити поз.III центрованим; позIII поз.IV Свердлити наскрізний отвір Ø32 за 2 переходи інструменту Поз.VI Розточити отвір Ø56H12 на глибину h = 5H12 с / ч за 3 переходи інструменту		свердло 12 свердло 32 ГОСТ 10903–77 різець розточний
020	контрольна		Шангенцірк. ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89 Зразки шорсткості ГОСТ 9378–93
025	Фрезерно–свердлильно–розточна Вуст. А Поз.I Свердлити 2 отвори Ø18H12 під фрезерування за 2 переходи; Поз.II Фрезерувати 3 поглиблення R640.2, паз 26H14 х 4H14 за 4 переходи інструменту;± Поз.III Расфрезеровать 2 отвори Ø24H12 і доопрацювати R5 в зниженнях за 5 переходів інструменту; Поз.IV Свердлити 3 отвори Ø10,5H11 за 3 переходи інструменту Поз.V Свердлити отвір Ø2,45H9 Вуст. Б Поз.I Фрезерувати 3 паза 18H12 за 3 переходи інструменту	Вертикально–фрезерний верстат з ЧПУ ГФ2171	Керуюча програма №5510 ТО1 – свердло Ø18 ГОСТ 10903–77 ТО2 – фреза Ø20 ГОСТ 16225–81 ТО3 – фреза Ø10 ГОСТ 16225–81 ТО4 – свердло Ø10,5 ГОСТ 10903–77 ТО5 – свердло Ø2,45 ГОСТ 10903–77 Керуюча програма №6003 ТО1 – фреза Ø10

			ГОСТ 16225–81
030	промивна Промити деталі в бензині ГОСТ 8505–80 і продути стисненим повітрям	промивальне відділення шафа витяжна	Ємність 10 л. Окуляри захисні ГОСТ 124.013–79 Сітка Рукавички гумові ГОСТ 20010–93
035	контрольна Перевірити розміри с / ч Відсутність гострих кромок і задирок Остаточний контроль деталі	стіл	пробка ОП Ø2,45Н9 (НЕ) пробка ОП Ø10,5Н11 (НЕ) візуально
040	гальванічна За окремим ТП		

Всі операційні ескізи представлені в графічному матеріалі.

З таблиці видно, що новостворений технологічний процес значно зменшує кількість операцій і використовуваного обладнання, а також скорочує витрати часу, пов'язані з переміщенням деталі з одного верстата на інший. Це веде до підвищення продуктивності в умовах середньосерійного виробництва.

Розробка операційного технологічного процесу обробки деталі

Вибір технологічного обладнання

При виборі моделі верстата перш за все необхідно враховувати його здатність забезпечувати точність розмірів і форми виготовлюваних деталей, а також якість їх поверхні. Якщо ці вимоги можуть бути задоволені декількома типами верстатів, вибір конкретної моделі здійснюється з таких причин:

Відповідність основних розмірів верстата габаритам оброблюваних деталей, які встановлюються згідно прийнятої схеми обробки.

Відповідність продуктивності верстата заданому масштабу виробництва.

Можливість роботи на оптимальних режимах різання.

Відповідність потужності верстата.

Можливість механізації та автоматизації виконуваної обробки.

Мінімальна собівартість обробки.

Реальна можливість придбання верстата.

Необхідність використання наявних верстатів.

Вибір верстатного обладнання є одним з найважливіших етапів при розробці технологічного процесу механічної обробки заготовки, оскільки правильний вибір визначає продуктивність виготовлення деталі, ефективне використання виробничих площ, електроенергії та, в кінцевому рахунку, собівартість виробу.

У даному випадку ми маємо справу з середньосерійним типом виробництва для даної деталі. Тому верстати, що використовуються для обробки, повинні бути переважно універсальними, здатними до швидкої переналагодження на обробку інших деталей, здатні обробляти деталі різної форми, розмірів, маси і т.д. Вони повинні забезпечувати необхідну точність, шорсткість та взаємне розташування поверхонь. Крім того, бажано, щоб верстати мали невелику вартість.

Враховуючи вище сказане, у розробленому технологічному процесі механічної обробки будуть використовуватися наступні типи обладнання:

Контрольна станція - будь-який тип столу для здійснення контролю на цій операції.

Заготівельний верстат: відрізний круглопильний автомат 8Г663. Цей верстат призначений для розрізання дисковими пилами чорних металів в заготівельних цехах машинобудівних, ремонтних і інших підприємств.

Таблиця 7.11. Технічні характеристики верстата 8Г663

Діаметр пилки, яка встановлюється на верстаті, мм	800

Діаметр встановлюваної круглої заготовки, мм	80 – 285
Найбільший розмір поперечного перерізу встановлюється профільної заготовки, мм: квадрата прямокутника швелера двотавру куточка	 250 230x260 / 210x310 330 330 160
Довжина відрізається заготівлі, мм	20 – 1500
Найбільша довжина заготовки, що надходить на разрезку, мм	6000
Кількість швидкостей шпинделя	6
Частота обертання шпинделя, хв–1	2,99 – 16,85
Найбільша величина подачі бабки пилкового диска, мм / хв	800
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	7,5
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	11,11
Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	 3765 2400 1690
Маса верстата, кг	4440

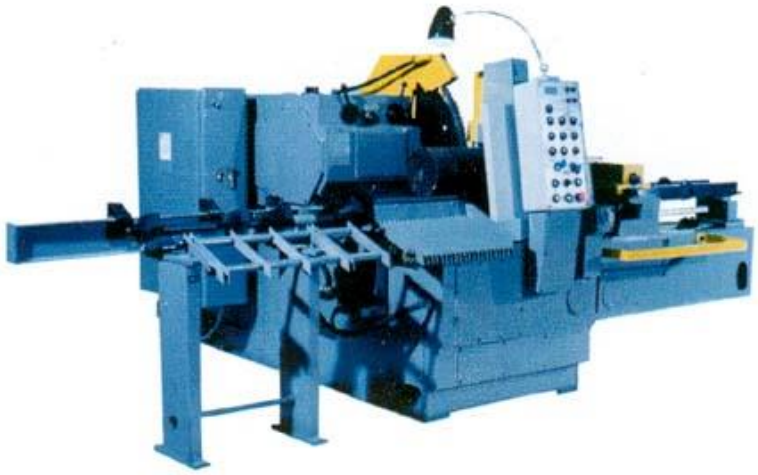


Рис. 7.2. Зовнішній вигляд відрізного кругопільного автомата 8Г663

015 Токарська – обладнання: універсальний токарний верстат 1К62

Токарно-гвинторізні верстати моделі 1К62 є широко поширеними в нашій промисловості та виготовляються на вітчизняних верстатобудівних заводах у великій кількості. Вони повністю задовольняють основним вимогам, які ставляться до токарних металорізальних верстатів.

Для токарного верстата 1К62 можуть бути включені додаткові пристрої та частини відповідно до спеціальних замовлень. Це включає верхні санчата з механічним переміщенням, що дозволяють точити конуси за допомогою механічної подачі; пристосування для обробки багатогранників; пристосування для багатопрохідного нарізування різьби; гідрокопіровальний супорт; конусна лінійка; задній резцедержатель та інші універсальні пристрої.

Основними перевагами цієї серії верстатів є висока потужність головного приводу, велика жорсткість і міцність всіх ланок кінематичного ланцюга, надійність і стійкість до вібрацій конструкції.

Таблиця 7.12. Технічні характеристики верстата 1К46

параметри верстата	
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:	
над станиною	435
над супортом	224
Найбільша довжина оброблюваної	1000,1500

заготовки, мм	
Розмір внутрішнього конуса в шпинделі	Морзе 6
Діаметр циліндричного отвору в шпинделі	55 (62 *)
Число ступенів частот обертання шпинделя	23
Частота обертання шпинделя	12,5 ... 2000 хв–1
Число ступенів робочих подач:	
поздовжніх	42 (56 *)
поперечних	42 (56 *)
Робочі подачі, мм / об:	
поздовжні	0,70 ... 4,16 (0,036 ... 7,54 *)
поперечні	0,035 ... 2,08 (0,018 ... 3,77 *)
Число різьб:	
метричних	45 (53 *)
дюймових	28 (57 *)
модульних	38
пітчевих	37
Архімедова спіралі	5
Крок нарізати різьблення:	
метричної	0,5 ... 192 мм
модульної	0,5 ... 48 модулів
дюймової	24 ... 15/8 ниток на дюйм
пітчевої	96 ... 1 питч
Архімедова спіралі	3/8 ", 7/16", 8; 10 і 12 мм
Швидкі установчі переміщення супорта, м / хв:	
поздовжнього	4,5
поперечного	2,25
Розмір внутрішнього конуса в задній бабці	Морзе 5
Найбільше переміщення пінолі задньої бабки, мм	200
Поперечний зсув корпусу задньої бабки, мм	± 15
Найбільше перетин різця	25
Тиск повітря, МПа	0,4 ... 0,6
Харчування від електромережі напругою	220/380 В (50 Гц)
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	11 (7,5 *)
Габаритні розміри верстата, мм:	

довжина	2786, 3286, 3786
ширина	1200
висота	1500
Маса верстата, кг, при довжині обробки:	
1000мм	3080
1500мм	3440
2000мм	3800

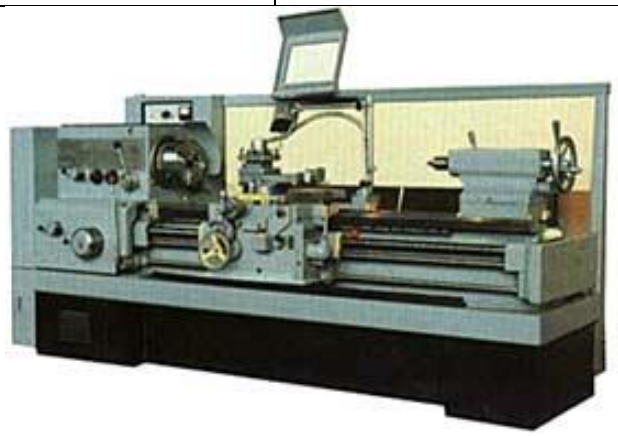


Рис. 7.3. Зовнішній вигляд токарного верстата 1К62

020 Контрольна – обладнання для цієї операції стіл будь–якого типу

025 Фрезерно–свердлильно–розточна.

У даній операції рекомендується використовувати вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ (числовим програмуванням) і автоматичною зміною інструменту моделі ГФ2171. Цей верстат призначений для багатоопераційної обробки складних деталей з різноманітних матеріалів, таких як сталь, чавун, кольорові сплави і легкі сплави. Він здатен виконувати фрезерні операції, свердління, зенкування, розгортання і розточування отворів.

Основними перевагами верстатів з ЧПУ є простота переналагодження для обробки інших деталей і відсутність потреби у складній та дорогій оснастці, такій як кондуктори та копіри. Ці верстати є ефективними як для одиночного, так і для серійного виробництва. Вони дозволяють обробляти багато інструментів з використанням принципу концентрації переходів.

Недоліком верстатів з ЧПУ є їх висока вартість. Однак, при повному завантаженні та правильній експлуатації вони є економічно вигідними варіантом.

Таблиця 7.13. Паспортні дані вертикально–фрезерного верстата з ЧПУ моделі ГФ217

Розміри робочої поверхні стола, мм	
довжина	1600
ширина	400
Найбільше переміщення столу, мм	
поздовжнє (вісь Х)	1 000
поперечне (вісь У)	400
вертикальне (установче)	250
Найбільше переміщення повзуна (вісь Z), мм	250
Швидкість швидкого переміщення по всіх осях, мм / хв	6000
Межі робочих подач по всіх осях (Безступінчасте регулювання), мм / хв	3–4800
Частота обертання шпинделя, об / хв	40–2000
Ряд частот обертання шпинделя	40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1000,1250,1600,2000
Конус шпинделя N50	7:24 ГОСТ 24644–81
Кількість інструментів в магазині	12
Час зміни інструменту, з	20
Максимальна маса заготовки з пристосуванням, що встановлюється на столі, кг	500
Потужність електродвигуна приводу шпинделя, кВт	7,5
система ЧПУ	2С42–65
Дискретність завдання переміщень, мм	0,01
Кількість керованих координат	
всього	3
одночасно керованих	2
Габаритні розміри верстата, мм	
довжина	3680
ширина	4170
висота	3150

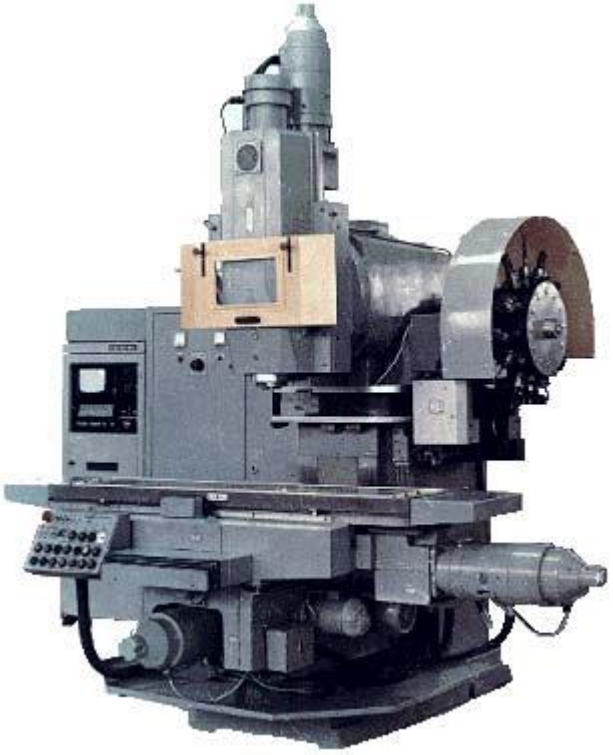


Рис. 7.4 Зовнішній вигляд вертикально–фрезерного верстата з ЧПУ моделі ГФ217

030 Промивна – промивальне відділення, шаф витяжних

035 Контрольна – обладнання для цієї операції стіл будь–якого типу

040 Гальванічна

Вибір ріжучих інструментів

У процесі різання і перетворення заготовки в готовий виріб, використовуються різні види рухів, які визначаються за ГОСТ 25762–83. Основними видами рухів є:

Головний рух різання (dr): Це прямолінійний поступальний або обертальний рух заготовки або різального інструменту, який відбувається з найбільшою швидкістю Vв під час різання.

Рух подачі (Ds): Це прямолінійний поступальний або обертальний рух ріжучого інструменту або заготовки, швидкість якого Vs менше швидкості головного руху різання. Рух подачі призначений для поширення відділення шару матеріалу на всю оброблювану поверхню.

Дотичний рух: Це прямолінійний поступальний або обертальний рух ріжучого інструменту зі швидкістю Vk, яка менше швидкості головного руху різання. Цей рух спрямований по дотичній до різальної кромки і призначений для зміни контакту з ділянками ріжучої кромки заготовки.

Результуючий рух різання: Це сумарний рух Ve ріжучого інструменту щодо заготовки, який включає головний рух різання, рух подачі і дотичний рух.

Різальний інструмент складається з робочої частини, яка містить леза і виглажуватели (якщо такі є), і кріпильної частини, яка служить для установки і закріплення інструменту в обладнанні або пристосуванні. Ріжучий інструмент може бути виготовлений з різних матеріалів, таких як сталь, чавун, твердосплави тощо, залежно від його призначення і властивостей матеріалу, який обробляється.

При оптимізації процесу різання важливим є правильний вибір кутів заточування інструменту в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу, міцнісних характеристик інструментального матеріалу, а також типу рухів заготовки та різального інструменту.

Більшість металорізальних інструментів виготовляють складовими, де робоча частина зроблена з інструментального матеріалу, а кріпильна частина - зі звичайних конструкційних сталей. Твердосплавні інструменти можуть мати робочу частину зі швидкорізальної сталі або твердого сплаву, які з'єднують з кріпильною частиною за допомогою зварювання, пайки або інших видів кріплення.

Для вибору різального інструменту враховуються характеристики операцій, обладнання та можливість використання стандартного різального інструменту.

Вибір ріжучих інструментів для кожної технологічної операції виробляємо по ГОСТу і зводимо в таблицю 7.14.

Таблиця 7.14. Вибір різального інструменту по маршруту обробки

№ операції	найменування операції	пристосування
015	Токарська	Різець прохідний прямий ГОСТ 18878–82 Свердло центр. ГОСТ 14952–75 свердло 2301–3587 ГОСТ 10903–77 свердло 2301–3689 ГОСТ 10903–77 різець розточний ГОСТ 18882–82
025	Фрезерно–свердлильно–розточна	Свердло 2301–36117 ГОСТ 10903–77 Фреза 2223–1020 ГОСТ 16225–81 Фреза 2220–0533 ГОСТ 16225–81 свердло 2301–3581 ГОСТ 10903–77 Спец. інструмент–свердло Ø2,25

Вибір засобів технічного контролю

Організаційно-технічні фактори, які впливають на вибір методів і засобів вимірювань, включають такі аспекти:

Тип виробництва: Різні типи виробництва (одиничне, дрібносерійне, багатосерійне, масове) вимагають різних підходів до контролю і вимірювань. Наприклад, у виробництві одиночних і дрібносерійних виробів, де кожна деталь може бути унікальною, може застосовуватися суцільний 100% контроль. У великосерійному та масовому виробництві, де деталі виготовляються великою кількістю, може бути застосований статистичний контроль.

Стабільність технологічного процесу: Якщо технологічний процес стабільний і має малу варіацію, то можуть використовуватися менші обсяги контролю. У випадку нестабільного технологічного процесу, можуть бути необхідні більші обсяги контролю.

Взаємозамінність: Якщо вироби мають високі вимоги до взаємозамінності, то може використовуватися більш жорсткий контроль, включаючи вибірковий або статистичний контроль. У випадку повної взаємозамінності може застосовуватися менший обсяг контролю.

Економічна обґрунтованість: Вибір спеціальних засобів вимірювання, таких як калібри, контрольні пристосування та засоби автоматизованого контролю, повинен бути обґрунтованим з економічної точки зору. Вони можуть бути вигідні в великосерійному і масовому виробництві, де вони забезпечують підвищену продуктивність операцій контролю.

Конструктор, технолог і метролог повинні спільно оцінювати і вирішувати питання вибору засобів вимірювання та організації контролю довіреної продукції. Основний принцип полягає в досягненні єдності вимірювань, щоб забезпечити консистентність і точність оцінки геометричних параметрів деталей у процесі виробництва.

Так, конструктивні параметри виробу, такі як габарити, маса, жорсткість конструкції, конструктивні особливості та доступність до точок контролю, мають значний вплив на вибір методів і засобів вимірювання. Залежно від цих параметрів можуть використовуватися різні типи методів вимірювання.

Контактні і безконтактні методи: Для деталей нежорсткої конструкції зазвичай застосовуються безконтактні методи вимірювання, щоб уникнути деформації або пошкодження вимірюваних деталей. Контактні методи вимірювання можуть застосовуватися для жорстких конструкцій.

Абсолютні і відносні методи: Абсолютні методи вимірювання використовуються для прямого вимірювання розмірів деталей без посилання на інші точки чи деталі. Відносні методи вимірювання вимагають посилання на вже виміряні розміри або відомі референсні точки.

Прямі і непрямі методи: Прямі методи вимірювання використовуються, коли безпосереднє вимірювання розміру деталі є можливим. У разі, якщо безпосереднє вимірювання неможливе, можуть застосовуватися непрямі методи, які базуються на вимірюваннях інших параметрів, які є взаємозв'язаними з розміром.

Стаціонарні і переносні засоби вимірювань: В залежності від розмірів деталей можуть використовуватися стаціонарні або переносні засоби вимірювань. Для великогабаритних деталей зазвичай використовуються переносні засоби вимірювань.

На підприємстві контроль якості продукції здійснюється відділом технічного контролю (ВТК). ВТК має на меті запобігати випуску неякісної продукції на всіх етапах виготовлення, контролювати дотримання технологічної дисципліни в цехах, оформлювати документи про приймання готової продукції і документи на утилізацію виробів, а також проводити аналіз браку. Контроль якості також здійснюють контрольні майстри і контролери безпосередньо в цехах, які підпорядковані ВТК. Оцінка якості

праці виробничих робітників проводиться шляхом визначення відсотку продукції, що задовольняє вимогам ВТК з першого пред'явлення.

Заходи технологічного та організаційного характеру, такі як впровадження системи сертифікації якості ІСО 9004-2001, можуть бути використані для підвищення якості продукції на машинобудівних підприємствах і сприяти її конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

Вирішенням завдань контролю якості на підприємстві займається відділ технічного контролю (ВТК). ВТК виконує технічне приймання матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів, що надходять від постачальників. Для забезпечення якості контрольно-вимірювальної діяльності підпорядкований ВТК центрально-вимірювальній лабораторії (ЦВЛ) і контрольно-вимірювальним пунктам, які обслуговують цехи заводу.

ЦВЛ займається розробкою і впровадженням перевірочних схем, контролює експлуатацію і стан вимірювальних засобів, а також перевіряє їх в плановому порядку. Для контролю розмірів, форми, якості поверхонь і шорсткості вимірювальної плити та деталей на проектованій ділянці передбачається місце для контролера, контрольного столу і контрольної плити.

При виборі засобів вимірювань враховуються розміри, форма і точність вимірюваної поверхні. Для лінійних розмірів застосовують штангенциркулі (за ГОСТ 166, наприклад, ШЦ-І-125-0,1-1, ШЦ-ІІ-160-0,05) і спеціальні шаблони, які дозволяють зекономити час під час контролю. Діаметральні розміри контролюються за допомогою калібрів-пробок (за ГОСТ 14810-69) і калібрів-скоб (за ГОСТ 18360-93), а на проміжних переходах - штангенциркулем.

Контроль шорсткості поверхонь деталей проводиться шляхом порівняння зразків шорсткості за ГОСТ 9378-75. Для перевірки биття використовується спеціальне пристрій з індикатором. Вимірювальний наконечник годинного типу індикатора, встановленого на штативі,

підводиться до контрольної поверхні, а деталь повертається на повний оберт. За показаннями індикатора судять про величину биття.

Використання цих засобів контролю дозволяє забезпечити вимоги якості і точності виготовлених деталей і виробів на підприємстві.

Таблиця 7.15. Засоби технічного контролю застосовуються на кожній

операції № операції	найменування операції	засоби технічного контролю
015	Токарська	Штангенциркуль ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89
030	контрольна	Штангенциркуль ШЦ–1–125–0,1 ГОСТ 166–89 Зразки шорсткості ГОСТ 9378–93
045	контрольна	Пробка (Ø2,45Н9 (НЕ)) ГОСТ 14810–69 Пробка (Ø10,5Н11 (НЕ)) 8133–0923 Н9 ГОСТ 14810–69

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Процедура встановлення та підготовка до роботи.

1. Встановлення тістоподільника на фундаментні болти.

2. Переконайтися, що шнек обертається правильно. Шнек обертається за годинниковою стрілкою (якщо дивитися зі сторони мотор-редуктора).

3. Перед початком роботи запустити тістоподільник на холостому ходу та перевірити, чи працює він належним чином.

4. Вагу тіста необхідно регулювати кожного разу при зміні типу тіста.

Правила експлуатації тістоподільних машин:

Для правильної експлуатації тістоподілювачів необхідно:

- Тісто рівномірно подавати в приймальний бункер, а рівень тіста в бункері підтримується на найвищому рівні;
- Під час роботи відрегулюйте необхідну вагу і регулярно перевіряйте точність поділу;
- Очищайте робочі частини машини чистим високоякісним рослинним маслом і змащуйте нерідше одного разу на зміну;
- Після закінчення роботи вимити гарячою водою всі частини машини, які контактують з тістом, і протерти станину машини від сухого тіста.

Щоб запобігти нещасним випадкам, не проштовхуйте тісто з завантажувального бункера в робочу зону руками.

Оператори тістообробних машин виконують такі технічні завдання, як обслуговування шнекових тістообробних машин, які ріжуть житнє та пшеничне тісто, здійснюють процеси формування тіста, регулюють подачу тіста в воронки машини, перевіряють якість і вагу тістових заготовок, усувають нестандартні заготовки, а також змащують і чистять окремі деталі машини.

Відділення розташоване в приміщеннях категорії П-ІІа, де існує пожежна небезпека.

Оператором тістообробних машин можуть працювати особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання, перевірку наявних знань у діючій комісії з питань охорони праці, первинний інструктаж та проходження стажування в кількості 2-15 змін (залежно від стажу роботи, досвіду та посадових обов'язків) стажування для вивчення прийомів безпечного ведення виробничого процесу та мають першу кваліфікаційну групу допуску з електробезпеки.

Оператори тістообробних машин мають такі обов'язки:

- виконувати зобов'язання з охорони праці, передбачені колективними, трудовими угодами чи договорами та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства.
- проходити в установленому порядку всі медичні огляди підприємства.
- співпрацювати з власником у створенні безпечних та не шкідливих умов праці, впроваджувати посильних заходів для усунення виробничих ситуацій, які можуть створити загрозу життю чи здоров'ю, оточуючим людям або навколишньому природному середовищу, і повідомляти про них своєму безпосередньому керівникові або іншій уповноваженій ним особі.
- підтримувати робоче місце в чистоті та порядку;
- дотримуватися встановленого режиму пожежної безпеки та не використовувати відкритий вогонь.
- надавати першу допомогу потерпілим у разі нещасного випадку;
- знати і дотримуватися вимог цієї інструкції, правил виробничої санітарії та правил поводження з машинами, обладнанням та іншими засобами виробництва.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Процес виробництва хліба досить гнучкий, складний і трудомісткий. Для того, щоб хліб вийшов з печі, необхідно, щоб він пройшов через безліч машин та технологічних агрегатів. Процес виробництва може тривати понад 12 годин. У даному роздід я спробую розповісти про °Сновні технологічні стадії виробництва хліба.

Технологічний процес виробництва хліба та булочних виробів складається з наступних шести етапів: прийому та зберігання сировини; підготовки сировини до пуску у виробництво; приготування тіста; оброблення тісту (поділ); випікання та зберігання випечених виробів та відправлення їх у торговельну мережу.

Тістоділильна машина (тістоподільник) - обладнання, призначене для поділу тіста на заготівлі рівної маси.

При виборі тістоділильної машини найчастіше орієнтуються на спосіб поділу, що лежить в основі роботи дільника, на його продуктивність і, звичайно, на максимальну і мінімальну масу тісту (заготовки, межа поділу, залежно від моделі та способу поділу, може бути від кількох грамів до кілограмів).

При виробництві пшеничного хліба та булочних виробів обробка тіста включає такі операції: розподіл тіста на шматки, округлення, попереднє вистоювання, формування та остаточне вистоювання тістових заготовок.

Розподіл тісті на шматки проводиться в тістоділильних машинах. Маса шматка тіста встановлюється, виходячи із заданої маси штуки хліба або булочних виробів з урахуванням втрат у масі шматка тіста при його випіканні (впіканні) та штуки хліба при остиганні та зберіганні (усушка).

Після тістоділильної машини тісто надходить у округлювальні машини, де їм надається кругла форма. Після цього тістова заготовка повинна протягом 3-8 хвилин відлежатися для відновлення клейковинного каркаса, після чого надходить на формувальну машину, де їй надається певна форма (батони, сайки, булки і т.д.).

В даному розділі ми підберемо основні датчики для створення системи управління процесом виробництва хліба.

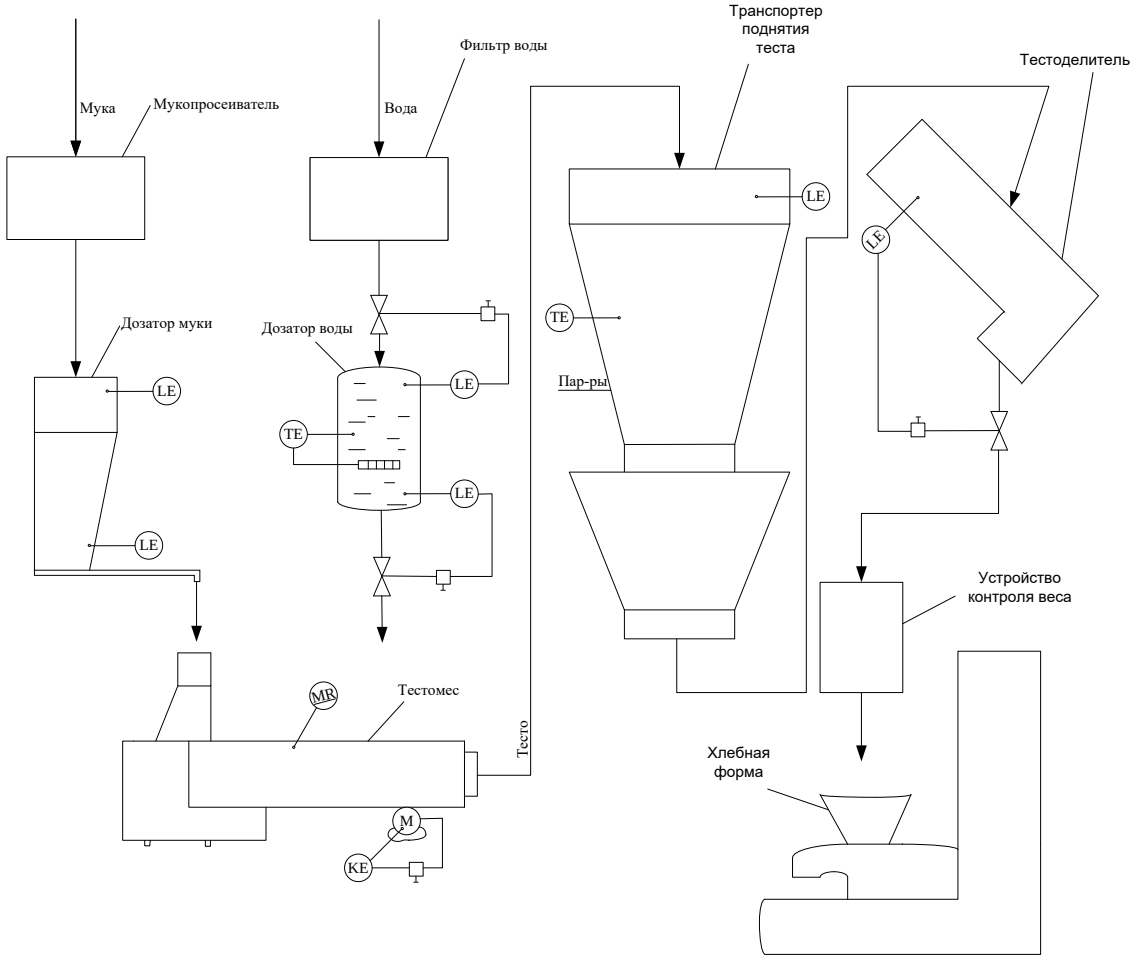


Рис. 10.1. Фунціанальна схема управління та сповіщення при виробнитві хліба

Вибір датчиків

Датчик контролю рівня сипучих речовин

Датчик контролю рівня сипучих речовин INNOLevel

Вимикач INNOLevel є датчиком рівня заповнення і використовується для моніторингу рівня сипких матеріалів. Він може бути використаний як датчик заповнення, спустошення або проміжного рівня.

Стандартні приклади застосування датчика рівня для сипучих матеріалів INNOLevel:

- будівельні матеріали (цемент, сухі суміші, гіпс);
- харчові продукти (борошно, цукор, крохмаль);
- комбікорми;
- зерно;

і багато іншого.

Переваги:

Вимикач INNOLevel є економічним рішенням для достовірного вимірювання рівня заповнення, а також має ряд переваг:

- сертифікати ATEX для пилових вибухонебезпечних середовищ;
- високий коефіцієнт корисної дії;
- надійність;

- широке коло застосування.

Технические данные датчика уровня INNOLevel	
Корпус	Алюминий, степень защиты IP66
Допуски	ATEX II 1/2D
Температура процесса	-25 °C ..+ 80 °C
Давление	Макс. +0,8 Бар
Чувствительность	От 100 г/л, 3 регулировочных положения
Напряжения питания	110-120 VAC или 220-240 VAC, 50-60 Гц 24 VAC или 48 VAC, 50-60 Гц 24 VDC
Технологическое подключение	Резьба R 1 ½", NPT 1 ¼"
Подшипник	Высококачественный подшипник скольжения с тефлоновым покрытием

Датчик рівня води

Сигналізатори рівня СУ-802

(Рівноміри рідини, датчики рівня сипких продуктів, сигналізатори рівня рідини, сигналізатори рівня води, датчики рівня рідини).

Сигналізатори рівня рідини СУ-802 – це компактні та надійні прилади для стеження за рівнем різних рідких середовищ у ємностях. Відмінна альтернатива поплавковим, електричним, акустичним та оптичним сигналізаторам, т.к. позбавлений багатьох обмежень, властивих останнім.

З іншого боку, СУ-802 є датчиком рівня сипких матеріалів, тобто. дозволяє стежити за рівнем сухого пилу, зерна та інших сипких матеріалів у бункерах. Можливість використання у харчовій промисловості.

Сигналізатори застосовуються при температурах від - 40 до 300°С, а при необхідності до 350°С.

Галузь застосування:

- регулювання та вимірювання рівня рідини в резервуарах

- Визначення рівня суміші нафта-вода в установках сепарації сирої нафти

- захист від переливу нафтопродуктів у системах наливу у залізничні та автоцистерни.

Найменування	Характеристика
Контрольовані середовища	різні рідини з щільністю від 0,7 до 1,45г/см 3 та сипучі матеріали з розміром гранул не більше 5мм та пил
Виконання	Загальнопромислове та вибухозахищене з маркуванням: Їх - ExiaIICT5 X Вн - 1ExdIIB5T X
Вихідний сигнал	токовий дискретний з релейним виходом струмовий безперервний (без релейного виходу)
Похибка спрацьовування у нормальних умовах	+1,0мм
Максимальна робоча температура	для первинного перетворювача 200...300°С для електронного блоку 80°С
Напруга живлення	від 12 до 24 В
Максимальний робочий тиск	10МПа

Вологомір чижовий для визначення вологи продуктів і харчової сировини кварц-21м

КВАРЦ-21М - прилад чижовий для визначення вологості тіста, харчової сировини та продуктів, у тому числі хлібобулочних виробів (вологомір) (2 блоки, можливість регулювання температури).

Прилад визначення вологості харчової сировини та продуктів (аналог приладу Чижовой). Призначений для контролю вологості сировини, напівфабрикатів та готової продукції у харчовій промисловості.

Датчик числа оборотів іс-144

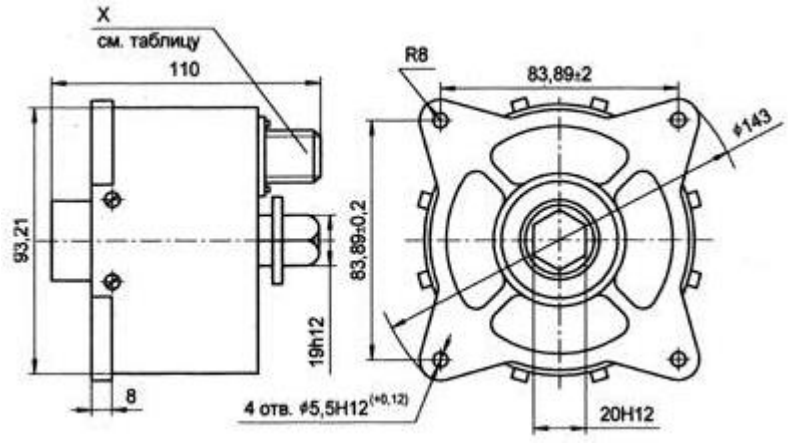
Призначений для вимірювання чисел оборотів валів виробу в діапазоні 0 - 21000 ± 1000 об/хв.

Габаритні розміри:

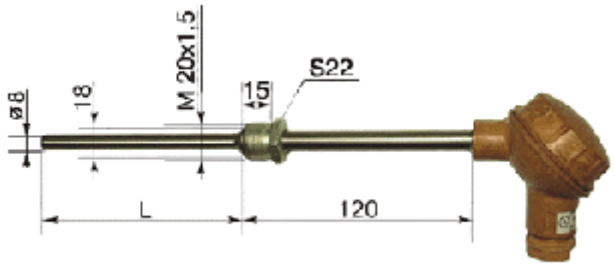
діаметр 143 х 110 мм.

Настановні розміри:

4 відп. діам. 5, 5Н12 (+0,12) з координатами (90±0.2 мм), (90±0,2) мм. Маса 650 ± 30 г. Перехідний опір замкнутих контактів датчика не повинен перевищувати 0.5 Ом при струмі 300 мкА в нормальних умовах. Опір ел. ланцюга при розімкнених контактах не менше 10 МОм. Інтервал робочих температур від –50 до +70 °С.



Термоперетворювач тс 035-50м.в3



Термоперетворювачі опору (термопари, термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі) з кабельним висновком призначені для вимірювання температури різних робочих середовищ (вода, газ, пара, інші хімічні сполуки, сипучі матеріали) та можуть бути використані у всіх галузях промислов°Сті. Принцип дії термоелектричних перетворювачів (термоперетворювачів) ПММ, ТСП заснований на властив°Сті провідника змінювати електричний опір зі зміною температури робочого середовища. Термоперетворювачі опору (термоопіру, термоелектричні перетворювачі, термоперетворювач) розрізняють за типом чутливого елемента: мідь - ТСМ, платина - ТСП.

Вібраційний датчик рівня lvl-a1

Вібраційний датчик рівня для рідин та в'язких субстанцій. Принцип дії вібраційних датчиків рівня заснований на згасанні коливань робочих пластин резонатора (камертону) датчика в рідинах або сипких продуктах.

Перевагою вібраційних датчиків рівня є несприйнятливість до розмірів частинок, щільності та вологості середовища, впливу електричних і магнітних полів. Вібраційний датчик рівня зберігає працездатність навіть за значного налипання контрольованого матеріалу робочі поверхні пластин резонатора.

наименование	диапазон измерений (бар)	присоединение	плотность, г/см3	вязкость, мм2/сек	температура процесса [C]	защита
LVL-A1	-1...40	G1/2;G3/4;1/2NPT; 3/4NPT;R1/2; R3/4;	min 0.7	max 10000	-40...100C	IP65

Терометр testo 926

(1-канальний прилад для вимірювання температури, термопара тип Т, аудіо сигнал тривоги, з батареєю та заводським протоколом калібрування)

Швидкодіючий, ефективний прилад для вимірювання температури, Testo 926 для харчової галузі. Завдяки захисному чохлу TopSafe (опція) прилад стає стійким до забруднення, і це робить його ідеальним партнером для великих кухонь, їдалень або харчової промисловості. Крім того, прилад здійснює вимірювання мінімальних та максимальних значень, дані вимірювань можуть бути роздруковані на місці виміру на портативному Testo принтері.

- швидкодіючі зонди для будь-якої задачі;
- модель внесена до Державного Реєстру засобів вимірювань РФ;
- дані вимірювань роздруковуються на принтері Testo за місцем виміру;
- міцний захисний чохол TopSafe (опція);
- пам'ять для запису максимального/мінімального значень;
- великий дисплей, що підсвічується;
- функція Auto-Hold автоматично розпізнає останнє записане значення;
- аудіо сигнал тривоги (налаштування меж сигнальних значень).

Технічні характеристики:

Температура хранения	-40 ... +70 °C
Рабочая температура	-20 ... +50 °C
Тип батарейки	9 В батарейка, 6F22
Вес	171 г.
Габариты	182 x 64 x 40 мм
	ABS

Тип зонда Тип T(Cu-CuNi)	
Диапазон измерений	-50 ... +400 °C
Погрешность	±0.3 °C (-20 ... +70 °C) ±(0.7 °C ±0.5% от изм. знач.) (в ост. диапазоне)
Разрешение	0.1 °C (-50 ... +199.9 °C) 1 °C (в ост. диапазоне)

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

Управління охороною праці в країні поділяється на рівні:

- загальнодержавний;

- регіональний (обласний, районний, міський, районний у місті, селі);

- галузевий;

- виробничий (рівень підприємств).

Державне управління охороною праці здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;

- Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки; - міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади; - місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування.

Кабінет Міністрів України:

- забезпечує реалізацію державної політики в галузі охорони праці;

- подає на затвердження Верховної Ради України загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці;

- запроваджує єдину державну статистичну звітність з питань охорони праці.

З метою координації діяльності органів державного управління охороною праці створюється Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення, яку очолює віце-прем'єр-міністр України. Державний нагляд за додержанням законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці здійснюють:

Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки (Держпромгірнагляд);

- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки;

- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки;

- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні й не підконтрольні.

Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється Законами України "Про охорону праці", "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку", "Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи. Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (зараз цим органом є Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки Держпромгірнагляд МНС України):

- здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі та здійснює контроль за виконанням функцій державного управління охороною праці міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, місцевими державними адміністраціями та органами місцевого самоврядування;

- розробляє за участю міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Фонду соціального страхування від нещасних випадків, всеукраїнських об'єднань роботодавців та профспілок загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;

- здійснює нормотворчу діяльність, розробляє і затверджує правила, норми, положення, інструкції та інші нормативно-правові акти з охорони праці або зміни до них;

- координує роботу міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- одержує безоплатно від міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, органів статистики, підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності відомості та інформацію, необхідні для виконання покладених на нього завдань;

- бере участь у міжнародному співробітництві та в організації виконання міжнародних договорів, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань, опрацьовує та подає у встановленому порядку пропозиції щодо вдосконалення і поступового наближення чинного законодавства про охорону праці до відповідних міжнародних та європейських норм.

Рішення, прийняті спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці в межах його компетенції, є обов'язковими для виконання усіма міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами, які відповідно до законодавства використовують найману працю.

Діяльність місцевих державних адміністрацій спрямовується на те, щоб у повсякденному житті набував практичного змісту та підтверджувався найголовніший принцип державної політики — пріоритет життя і здоров'я працівників. В умовах переходу до ринкової економіки, створення численних

підприємств та інших господарств з недержавними формами власності, що не мають галузевого підпорядкування, незмірно зростає значення місцевих органів державної виконавчої влади в організації безпечних і здорових умов праці, усуненні причин виробничого травматизму та професійних захворювань.

Законами "Про місцеві державні адміністрації" та "Про місцеве самоврядування" передбачено, що захист прав, свобод і законних інтересів громадян є одним з головних принципів, на яких ґрунтується місцеве та регіональне самоврядування. Отже, порушення цих прав, пов'язане з невиконанням вимог законодавства про охорону праці, є об'єктом та предметом діяльності місцевих державних адміністрацій та місцевого самоврядування.

Потреба в кондиційованому повітрі для процесу виробництва батонів з параметрами: t= 80°C; φ= 28%; d_1=9 г/кг; I_1=8,1 ккал/кг

подається в простір шафи вистоювання для кінцевого вистоювання та видалення тепла і вуглекислоти, що виділяються в процесі бродіння.

Кількість тепла: Q=420/32*0, 86*0,057*42.83*1000=146966.86 ккал/добу, або 612362 ккал/год., :

32 - тривалість процесу вистоювання в одному шкафу;

0,86 (86%) - сухі речовини;

0,057 (5,7%) - втрати сухих речовин в процесі бродіння;

42.83 - виділення тепла в розрахунку на 1 кг витрат сухих речовин, ккал.

Тепло, що виділяється, витрачається на підігрів повітря, яке проходить в шафі і має параметри на виході: Т-17°С; $φ_2$ - 80%; d_2= 10,0 г/кг; I_2 - 10,2 ккал/кг

Q=L*1,20(I_2-I_1) L- кількість повітря, $м^3$/год.

L=612362/1,2(I_2-I_1)=612362/1,2(10,2-8,1) = 243000 $м^3$/год

Передбачено оснащення шафи А2-ХРЗ-120 двома вентиляторами

продуктивністю по 120000 м^3/год.

Заходи захисту працівників на підприємстві

Цивільний захист (ЦЗ) являє собою систему організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, добровільними рятувальними формуваннями, що забезпечують виконання цих заходів з метою запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС), які загрожують життю та здоров'ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний час ів особливий період.

Одне з головних завдань цивільного захисту на підприємстві - це проведення заходів, що спрямовані на підвищення стійкості об'єкту в НС природного і техногенного характеру. Під стійкістю роботи промислового об'єкту розуміють його здатність в умовах цих НС випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при отриманні слабких і середніх руйнувань і порушень зв'язку по кооперації і постачанню відновлювати виробництво в мінімальні терміни.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в НС природного і техногенного характеру, а саме:

- забезпечення надійного захисту робітників і службовців від уражаючих факторів стихійних лих та техногенних катастроф;
- захист основних виробничих фондів від уражаючих факторів;
- підвищення надійності і оперативності управління виробництвом;
- забезпечення стійкості постачання всім необхідним для випуску продукції, та підготовка до відновлення порушеного виробництва .

Причини стихійних лих і виробничих аварій різні. Пожежі, наприклад, виникають не тільки в результаті дій сил природи, але й в наслідок

недотримання населенням правил протипожежної безпеки. Зсуви і обвали виникають деколи при будівельних і господарських роботах, що виконуються без врахування геологічних умов місцевості. Виробничі аварії переважно стаються із-за порушень технологічних процесів і правил техніки безпеки. Стихійні лиха і виробничі аварії небезпечні своєю раптовістю. Однак руйнівним наслідком їх можна запобігти або значно зменшити, якщо будуть прийняті попереджувальні заходи.

Успіх дій формування ЦЗ в НС природного і техногенного характеру в значній мірі залежить від своєчасної організації і проведення розвідки і від того, наскільки при цьому будуть враховані конкретні умови. При виробничих аваріях уточняють: ступінь і об'єм руйнувань та можливість проведення робіт без індивідуальних засобів захисту; наявність руйнувань, які можуть ускладнити обстановку чи призвести до збільшення наслідків аварії; місце скупчення людей, ступінь загрози для їх життя; стан електричних і комунально-енергетичних мереж. При аваріях, пов'язаних з витіканням (викидом) НХР (Небезпечна хімічна речовина) визначають: місце аварії; метеорологічну обстановку; зону забруднення та напрямок поширення НХР; тип НХР; місце скупчення людей та ступінь загрози для їх життя; тип засобів індивідуального захисту та способи ліквідації аварії; шляхи можливої евакуації і способи її проведення.

При НС природного і техногенного характеру в районах стихійних лих, місцях виробничих аварій та зонах забруднення в першу чергу виконуються заходи, пов'язані з проведенням рятувальних робіт, відверненням виникнення можливих вторинних причин, які здатні викликати загибель людей і знищення матеріальних цінностей. Роботи проводяться до повного їх завершення. Стійкість роботи підприємства при НС природного і техногенного характеру визначається ступінню його підготовки (людей і інженерно-технічного комплексу) та заходами захисту, що повинні забезпечити безперебійний випуск продукції.

На будівлі хлібозаводу та окреме технічне обладнання можуть чинити вплив землетруси. Землетруси - це сильні коливання земної кори, викликані тектонічними або вулканічними причинами, що призводять до руйнувань споруд, будівель та людських жертв. Для захисту від землетрусів завчасно визначаються сейсмічні та небезпечні зони в різних регіонах держави, тобто проводиться сейсмічне районування. Однак існує ймовірність того, що будівлі та споруди підприємства можуть піддаватися дії ураганного вітру, хоча на даній місцевості ніколи не було зареєстровано вітру силою 12 балів по шкалі Боформа. Сучасні методи прогнозу погоди дозволяють за декілька годин і навіть діб попередити населення про насування такого стихійного лиха. При проектуванні заводу була врахована так звана „роза вітрів", що дозволило розмістити будівлі і споруди заводу по критерію найбільшої стійкості дії такого природного явища, як вітри ураганної сили. Найбільшого ушкодження може зазнати тільки димар котельні, однак місце його розташування не дозволяє спричинити ушкодження інших будівель, а тим більше, не загрожує здоров'ю та життю людей. Завод може працює без припинення випуску продукції. В найбільш важких випадках надійним захистом працівників заводу являється використання захисних споруд (сховищ, ПРУ, підвалів, будівель). Для захисту хлібозаводу від пожеж, що викликані стихійними лихами (блискавки, замикання електропроводки внаслідок пошкодження магістралей і т.п.) використовуються громовідводи, автоматичні системи відключення, системи автоматичного пожежогасіння, а також первинні засоби пожежогасіння.

Наслідками виробничих аварій і катастроф на хлібозаводі, як правило являються пожежі і вибухи, в результаті яких руйнуються виробничі будівлі, пошкоджуються техніка і обладнання. В ряді випадків вони викликають загазованість повітря. Найбільш часто вибухають котли і балони, що знаходяться під високим тиском. Особливу небезпеку являють вибухи газоповітряної суміші в теплових та вентиляційних каналах хлібопекарських

печей, оскільки всі шість тунельних газових печей опалюються природним газом. Пожежі, що виникають при виробничих аваріях і катастрофах можуть викликати вибухи, які в свою чергу можуть бути вторинною причиною пожежі, так як при вибухах часто пошкоджується електропроводка, руйнуються газопроводи, перевертаються діючі вогневі установки і прилади.

Важливе місце серед заходів по підвищенню стійкості заводу при НС, пов'язаних з виробничими аваріями, займає автоматизація. Вона не тільки підвищує продуктивність праці, а й сприяє зниженню вибухо- і пожежонебезпеки на підприємстві, зменшенню небезпеки отруєння обслуговуючого персоналу та ушкодження електричним струмом. Для цього використовується автоматичні системи контролю роботи обладнання, автоматичні системи аварійного відключення та різноманітні блокуючі пристрої. Підвищенню стійкості сприяє також суворе дотримання вимог охорони праці, техніки безпеки, протипожежної безпеки при проектуванні, будівництві, реконструкції та монтажі будівель, споруд та технічних систем, а також правильна, згідно інструкцій, експлуатація діючого обладнання .

Однією з НС техногенного характеру є забруднення місцевості, де розміщується хлібозавод, НХР внаслідок їх неправильного зберігання чи транспортування. До НХР відносяться: аміак, хлор, фосген, сірчистий ангідрид, окис вуглецю, сірководень, трьох хлористий фосфор, фтористий водень і синильна кислота. По токсичному прояву НХР в основному є речовини загальноотруйної та задушливої дії, що викликають різні за характером отруєння. Зоною забруднення НХР прийнято називати територію, що потрапила під дію НХР, в результаті якої виникає небезпека ураження людей .

Хлібозавод не використовує в своєму виробництві НХР, немає також підприємств – сусідів, котрі використовують НХР при виготовленні своєї продукції. Основну небезпеку становлять аварії з витіканням (викидом) НХР при транспортуванні шляхами, що пролягають поблизу хлібозаводу.

Стійкість роботи хлібозаводу при такій НС, як витікання (викид) НХР, полягає в підготовці підприємства до захисту від НХР. Підготовка підприємства здійснюється на основі спеціально розробленого плану, який складається з плану організаційних та інженерно–технічних заходів по підготовці об'єкта до захисту від НХР: схеми оповіщення робочої зміни і населення, що проживає поблизу об'єкта, про небезпеку ураження НХР; розрахунку сил і засобів ЦЗ об'єкту для ліквідації осередків забруднення НХР; план дій формувань ЦЗ при ліквідації осередків забруднення. До заходів захисту підприємства від дії НХР відносяться:

- завчасне оповіщення про небезпеку ураження НХР;
- навчання працюючих та особового складу формувань ЦЗ до дій при загрозі ураження об'єкта НХР;
- накопичення для забезпечення всіх працюючих об'єкту, зберігання і підтримка готовності індивідуальних засобів захисту;
- пошук напівпродуктів і відходів виробництва, придатних для дегазації (нейтралізації) НХР і підготовки до приготування дегазуючих розчинів і подача їх в можливо забруднену зону .

Висновки. Хлібозавод є одним із стратегічних об'єктів народного господарства не тільки у воєнний, але й у мирний час, оскільки потреба у споживані хліба людьми є постійною. Тому велике значення має підвищення стійкості хлібозаводу в НС природного і техногенного характеру та здатність його випускати продукцію в запланованому обсязі та асортименті. Природні катаклізми, що можуть призвести до стихійних лих, виробничі аварії та катастрофи, забруднення місцевості небезпечними хімічними речовинами - все це може спричинити не тільки руйнування і знищення матеріальних цінностей, але й загибель людей. Важливу роль в забезпечені стійкості роботи хлібозаводу відіграє здатність його інженерно-технічного комплексу протистояти в надзвичайних ситуаціях, що забезпечує персоналу підприємства безпечні умови роботи та безперервність випуску продукції.

Запропоновані у розділі заходи забезпечать надійну роботу заводу під час можливих НС.

11. Охорона довкілля

В даний час екологічні проблеми привертають велику увагу. Як і багато інших виробництв, хлібопекарня є джерелом забруднення навколишнього середовища. Викиди в атмосферу (пара з котелень, борошняний пил, пар), стічні води та тверді відходи (освітлення, металева та деревна стружка деревообробних та механічних цехів, пакувальні матеріали) внаслідок процесів хлібопекарського виробництва, утворення зносу обладнання). З метою зменшення шкоди навколишньому середовищу на підприємстві впроваджено наступні природоохоронні заходи:

1. Система всмоктування. Основними джерелами борошняного пилу є склади БХМ, борошноприймальні бункери, просіювачі. Для локалізації цих пилів передбачається відсмоктування технічного обладнання та його герметизація. Система відсмоктування створює викиди в укриття технічного обладнання, запобігає викиду пилу в приміщення, видаляє відходи у вигляді пилу, тирси і дрібної стружки і відправляє їх в пилоуловлювальну установку. Функція аспіраційної системи зводиться до ефективного і надійного видалення пилу в робочій зоні промислових підприємств і захисту атмосфери від викидів пилу.

2. Водопостачання. Проектом передбачено водопостачання від міського водопроводу. Для економії води передбачено оборотне водопостачання. Оборотне водопостачання - після очищення, охолодження та обробки використаної води вона знову подається в систему, необхідну для виробництва.

3. Каналізація. До промислових стічних вод відносяться води, що містять велику кількість солі, масла тощо. Промислові стічні води на хлібозаводах утворюються зі стічних вод після очищення технологічних

ємностей і обладнання, осаду після розчинення солі, осаду, осаду технологічних розчинів.

Для очищення цієї води планується скидати її в міську каналізацію. Підприємство здійснює механічне очищення виробничих стічних вод.

4. Зливові стоки. Для відведення дощової води з покрівлі будівлі та території хлібокомбінату передбачено зливову трубу, яка скидається в міський колектор.

5. Вентиляційні викиди. На хлібопекарському підприємстві передбачена вентиляція, особливо в пекарському залі, який виділяє багато тепла в навколишнє середовище.

6. Відходи виробництва (черствий житній та пшеничний хліб) переробляються. Відбракований житній хліб використовується як інгредієнт для батонів (близько 6% додається до тіста у вигляді батонів). З відбракованого пшеничного хліба роблять панірувальні сухарі. Якщо хліб забруднений, його відвозять на місцевий сміттєспалювальний завод.

7. Зелені насадження Хлібозаводи потребують зелених насаджень для збагачення повітря киснем, а також для розсіювання та поглинання шкідливих речовин. Площа зелених насаджень повинна становити 10-15% від площі підприємства.

Висновки

У дипломій роботі був проведений аналіз сучасної конструкції тістоподільних машин з метою удосконалення нагнітальних лопатей.

Один з недоліків конструкції лопатей є високий тиск під час стиснення тіста в робочій камері. Тому, щоб розв'язати цю проблему, конструкція лопатей була змінена, щоб бути більш ефективною. За такої конструкції тиск може бути знижено за рахунок зміни об'єму робочої камери.

Було проаналізовано кінематичну схему тістоподільної машини А2-ХТН, також розраховано робочі сили на лопаті, виконано розрахунок приводу лопаті та обрано нові параметри лопаті відповідно до отриманих результатів.

Проаналізовано теоретичні закономірності процесу стиснення тіста в робочій камері.

При нагнітанні тіста лопаттю тиск впливає на:

– У разі зменшення тиску у робочій камері підвищується якість виготовлених заготовок;

– У разі збільшення об'єму нагнітальної лопаті тиск у робочій камері зменшується;

– У разі зменшення тиску у робочій камері підвищується точність роботи тістоподільника;

– У разі зменшення навантаження на тістоділильну лопать знижується енергоспоживання.

Список використаних літературних джерел

1. Лісовенко О.Т., та ін.. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. / О.Т. Лісовенко, О.А. Руденко–Грицюк, І.М. Литовченко // – К.: «Наукова думка», 2000. – 281 с.

2. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О.О. Губеня, М. Г. Десик, О. М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.

3. Modeling of the process of kneading the yeast dough by cam operating elements / Vitalii Rachok, Volodymyr Telychkun, Yevgenii Shtefan, Yuliya Telychkun, Stanka Damyanova // 31.05.2019

4. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко; за ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.

5. Мирончук В.Г., Люлька Д.М., Єщенко О.А., Свідерська О.І. Монтаж та технічний сервіс обладнання / В.Г. Мирончук, Д.М. Люлька, О.А. Єщенко, О.І. Свідерська. Практикум: навч.посіб. / За ред. В.Г.Мирончука. – К.: НУХТ, 2017. – 162 с.

6. Пучкова Л.И. Технология хлеба / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева – СПб.: Гиорд, 2005.– 557 с.,

7. Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв // П.В. Гурський, Ф.В. Перцевий, І.С. Гулий. Практикум. Навч.посібник. – Харків: 2001. – 230 с.

8. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: Навчальний посібник для студентів механічних фахів. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.

9. Казаков, Н. Ф. Технология пищевого машиностроения: Учебник для ВУЗов по специальности ”Машины и аппараты пищевых производств“ [Текст] / Н. Ф. Казаков, Г. А. Мартынов. – М. : Машиностроение, 1982. – 296 с.

10.Трегуб, В. Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств [Текст] / В. Г. Трегуб, А. П. Ладанюк. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 362 с.

11. Гатилин Н. Ф. Проектирование хлебзаводов. – М. : Агропромиздат, 1975. – 376 с.

12. Горошко М. К. Основи теории и расчета машин–автоматов и автоматических линий хлебопекарной пром–сти. – М. : Пищ. Пром–сть, 1977. – 312 с.

13. Верховна Рада України; Закон від 14.10.1992 № 2694–XII «Про охорону праці» (поточна редакція від 12.03.2011 на підставі 3038–17), чинний.

14. Десик М.Г. Шляхи економії енергоресурсів при виробництві сухарних виробів/ М.Г. Десик, В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, І.В. Житнецький// Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 11–12. – 13–15.

15. Технологическое оборудование хлебопекарних предприятий / Ю. П. Головань и др. – М. : Агропромиздат, 1988. – 382 с.

16. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерського произвоств / А. А. Михелев, Н. М. Ицкович, М. Н. Сигал и др. А. В. Володарський. – М. : Пищ. Пром–сть, 1979. – 326 с.

17. Середа Д.Г., Домашевский В.И. Охрана труда в пищевой промышленности – М., Пищевая промышленность 1993 – 344 с.

18. Справочник механика пищевой промышленности. / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко – К.: Арт Эк. 2004 – 304 с.

19. Соколов, А. А. Основы расчета й конструирования машин й аппаратов пищевых производств [Текст] / А. А. Соколов. – М. : Пишепромиздат, 1960. – 431 с.

20. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст] / В. Т. Павлище. – К. : Вища школа, 1993. – 556 с.

21. Киркач, Н. Ф. Расчет й проектирование деталей машин [Текст] / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласанян. – Х. : Основа, 1981. – 276 с.

22. В. Е. Донцов, Р. В. Зуева, Р. В. Крушпова и др. Організація і планування виробництва на підприємствах харчової промисловості. 1972–522 с.

23. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва [Текст] / В.І. Дробот – К.: Логос, 2002. – 365 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет)__Навчально-науковий Інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»		**«До захисту допущено»**	
Директор інституту(декан факультету)		Завідувач кафедри	
_____	Сергій БЛАЖЕНКО	_____	Микола ЯКИМЧУК
(підпис)	(ім'я та прізвище)	(підпис)	(ім'я та прізвище)
«___» _____ 20__р.		«___» _____ 20__р.	

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності_____133 «Галузеве машинобудування»_____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Обладнання переробних і харчових виробництв на тему Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв

Виконав: здобувач__IV__ курсу, групи 4-2
Твердохліб Анастасія Ігорівна

Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач_____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого*
Кафедра *Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування*
Освітній ступінь *бакалавр*
Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(шифр і назва)
Освітня програма *«Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Микола ЯКИМЧУК
(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)
«____» _____ 20___ року

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

Твердохліб Анастасії Ігорівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв

керівник роботи Олішевський Валентин Вікторович, проф., докт. тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від « » 2023 р. № -кс

2. Строк подання здобувачем роботи 30.05.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи *1. Технічний паспорт обладнання.*
2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне обґрунтування, соціальне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, будова та принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. система управління , опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуш; Технологія машинобудування – 1 аркуш.*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультантів	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування			

7. Дата видачі завдання: 17.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів*	26.04.2023	
2	*Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі*	29.04.2023	
3	*Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.*	04.05.2023	
4	*Характеристика вихідної сировини і готового продукту*	07.05.2023	
5	*Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.*	11.05.2023	
6	*Вибір конструкційних матеріалів*	14.05.2023	
7	*Розрахункова частина*	18.05.2023	
8	*Технологічний маршрут виготовлення деталі*	20.05.2023	
9	*Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту. Система управління*	21.05.2023	
10	*Опис системи управління*	22.05.2023	
11	*Заходи щодо охорони праці, екології*	26.05.2023	
12	*Висновки,*	26.05.2023	
13	*Графічна частина: 5 аркушів формату А3*	27.05.2023	
14	*Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі*	29.05.2023	
15	*Подача ДП на кафедру*	10.06.2023	

Здобувач _____ Анастасія ТВЕРДОХЛІБ
(підпис) (власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Валентин ОЛІШЕВСЬКИЙ

Анотація

Дипломний проект на тему: «Модернізація тістоподільника А2-ХТН продуктивністю 20 шт/хв» виконаний відповідно до виданого завдання.

Тістоділильна машина А2-ХТН встановлена на повністю механізованій лінії з виробництва хліба і макаронних виробів. Вона служить для підвищення продуктивності лінії та раціоналізації виробничого процесу. Як і у будь-якої машини, у неї є як позитивні, так і негативні сторони.

Зроблено аналіз сучасного обладнання для ділення тіста, вибір і обґрунтування основних напрямків експериментальних досліджень процесу нагнітання тіста в робочій камері тістоділильної машини марки А2-ХТН.

Основним недоліком є обмежений поділ інших видів тіста. За адгезійних властивостей тіста відбувається вплив лопаті на поділку.

Розглянуто шляхи вдосконалення тістоподільної машини марки А2-ХТН. Він грунтується на зміні конструкції нагнітальної лопаті.

Тому, конструктивні параметри нагнітальних лопатей призначені для дослідження та вдосконалення. Тому актуальним є модернізація конструкції нагнітальних лопатей тістоділильної машини А2-ХТН.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП…….

1.ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ……

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКУ……..

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ…….

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ…….

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА……

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ…….

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ……

9. Опис системи управління……..

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ……..

ВИСНОВКИ…….

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……

Відповідальна організація	Технічне узгодження Олішевський В.В.	Вид документа **Пояснювальна записка**		Статус документа	
Власник документа **НУХТ**	Розробник документа Твердохліб А.І.	Назва, додаткова назва **Зміст**	192006.КР.08.000 ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В..		Інд	Дата видання	Мова **UA** / Аркуш 1/1

ВСТУП

Хлібопекарська галузь являється найбільш поширеною в Україні. Основними напрямками розвитку хлібопекарської галузі наступні:

- Реконструкція та модернізація заводу та обладнання;
- Впровадження нових та вдосконалених технологій виробництва хлібобулочних виробів;
- Збільшення асортименту та покращення якості хлібобулочних виробів;
- Широке використання контрольно-вимірювальних приладів та автоматики на виробництві

Невеликі хлібопекарські підприємства користуються попитом в умовах ринкової економіки. У цьому контексті підвищення ефективності технічного обладнання та зниження енерго споживання має велике значення, а розробка мало габаритного технічного обладнання для малих підприємств є актуальним завданням. Як видно з аналізу, існуючі конструкції тістоподільних машин, за рідкісним винятком, були створені багато років тому і пройшли ряд промислових випробувань. Теоретичні дослідження показали, що в багатьох з них є різні відхилення від вимог раціонального режиму, що виражаються в недоліках продуктивності і робочого процесу.

При розробці тістоподільних машин важливо забезпечити легкий і зручний процес розбирання для очищення тіста і змащення поверхонь компонентів ділильної головки і робочої камери. Для підвищення точності поділу і експлуатаційної надійності важливо забезпечити хорошу роботу стабілізатора тиску в камері стиснення, а також раціональну форму робочого органу при подачі тіста в мірну і сепаруючу камери.

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧ

Тістоподіл – це процес поділу тіста на шматки фіксованої ваги за допомогою тістоподільних машин різних конструкцій і виробників. Він відіграє важливу роль у технологічному циклі виробництва хлібобулочних виробів. Певною мірою це пов'язано з економічним благополуччям підприємства, так як відхилення ваги виробу в бік збільшення може призвести до надмірних витрат готового продукту, тобто до економічних втрат, тоді як відхилення в бік зменшення може призвести до проблем у відносинах з контролюючими органами та споживачами продукції, а отже, до економічних збитків.

Про технічний рівень і культуру виробництва на конкретному підприємстві можна судити за точністю поділу тістових заготовок і кількістю тістових відходів.

Точність поділу заготовок і кількість тістових відходів залежать не тільки від технічного стану технологічного обладнання, тобто ступеня зносу та роботи основних елементів, а й від технічних параметрів тіста, а саме, його вологості, складу і т.д.

Тістоділильні машини вважаються найскладнішим технічним обладнанням хлібопекарських підприємств через свої конструктивні особливості.

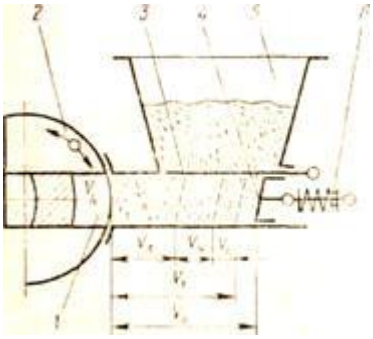
Показники, які гарантують правильну роботу тістоділильної машини, є постійний об'єм тістових заготовок і ступінь стискання. Ступінь ущільнення (стискання) тіста на початку швидко зростає до досягнення тиску 0,1 МПа (1 кг/см2), а потім зменшується. Згідно зі стандартом, розподіл тіста повинен здійснюватися з точністю дозування не більше 2-3,5% з урахуванням його властивостей.

Підчас робочого циклу на тістоділильних машинах виконуються наступні операції: завантаження тіста в робочий бункер, стиснення тіста до робочого тиску, перевантаження тіста в робочий бункер, завантаження тіста в дозуючий бункер, вирівнювання тиску, розподіл дозованих шматків тіста і повернення надлишку тіста в приймальний бункер. Ці операції можуть поєднуватися, чергуватися або невиконуватися взагалі, в залежності від використовуваного методу. Поєднання цих операцій формує робочий процес тістоділильної машини.

Огляд існуючих конструкцій машин

Тістоділильні машини поділяються на дев'ять груп:

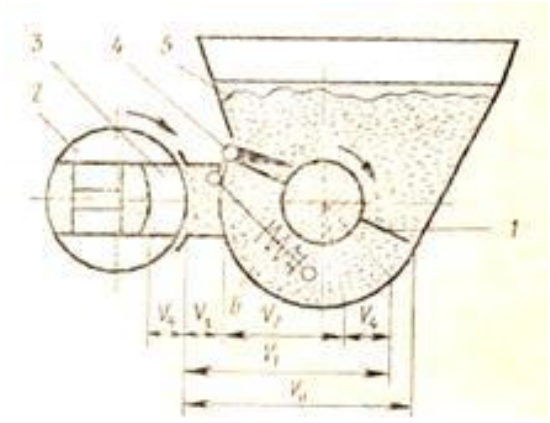
1. Тістоділильні машини з поршневим нагнітачем і ділильною головкою (Рис.1) наприклад: СД, ХТД, РМК, "Кооператор"(СРСР), Multimat, Parta, Universal (Німеччина), Day, Ideal (США). Тісто в даних машинах нагнітається завдяки прямокутного поршня. Стабілізація тиску досягається за допомогою пружин або ж гідравлічних демпферів. Ділільні головки найчастіше багатокишенькові з плаваючим поршнем та механічним виштовхувачем. Буферні ємності досить великі за розміром.



1 – мірна камера; 2 - ділильна головка; 3 – заслінка; 4 - нагнітаючий поршень; 5 - приймальна лійка; 6 - стабілізатор тиску

Рис. 1- Принципова схема тістоділильної машини з поршневим нагнітачем і ділильною головкою.

2. Тістоділильні машини з лопатевим нагнітачем, розроблені у вигляді поворотної лопаті встановлені на валу та повертально діяльною головкою (рис. 2). Вони являють собою відносно нові машина.



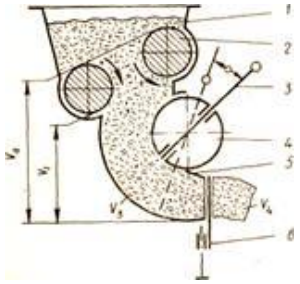
1 - нагнітальна лопать; 2 - ділильна головка; 3 – мірна камера; 4 - відсікаюча демпфуюча заслінка; 5 - приймальна лійка; 6 - стабілізатор тиску

Рис. 2 - Принципова схема тістоділлювальної машини з лопатевим нагнітачем (нерухома лопать) і ділильною головкою.

А2-ХТН розроблена співробітниками УкрНДІпродмашу. Цей тістоподілювач відкриває нові напрямки в розробці. Тиск в робочій камері стабілізується пружинним демпфером, з'єднаною з важелем на ріжучій кришці. Ділильна голівка двокишенькова і має два плаваючих поршня, які переміщуються під дією тиску тіста.

3. Тістоділильні машини з додатковою вібраційною лопатевою повітродувкою і роликовим живильником без ділильної головки (рис.3). Тістові заготовки розділяються шляхом розрізання ножем тістової маси, яка видавлюється за допомогою мундштука. До таких машин відносяться нові тістоподілювачі, що випускаються в ряді зарубіжних країнах: "Diva", "Ultima"(Німеччина), "Socha"(Югославія), "S-70"(Угорщина) та ін. Ця група машин характеризується відносно м'яким впливом на тісто, низьким тиском у робочій камері, високою точністю поділу і низьким енергоспоживанням. Але

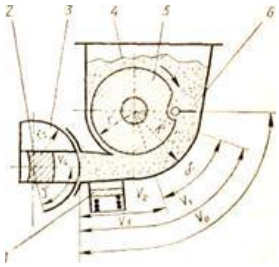
їхня конструкція складна, а численні зубчасті та важільні механізми швидко зношуються.



1 - приймальна лійка; 2 - нагнітальний валик; 3 - прибиральна лопата; 4 – поворотний барабан; 5 – мундштук; 6 - відсікаючий ніж

Рис. 3 - Принципова схема тістоділильної машини з лопатевим нагнітачем (лопать знімається) без ділильної головки.

4. Тістоподілювачі з лопатевими нагнітачем мають вигляд обертового барабана зі знімними лопатями і тістовою головкою з механічним приводом для дозуючого поршня. Ці машини все ще використовуються в промисловості, але вони мають значні переваги і безумовно, було б корисно знати про них (рис.4).

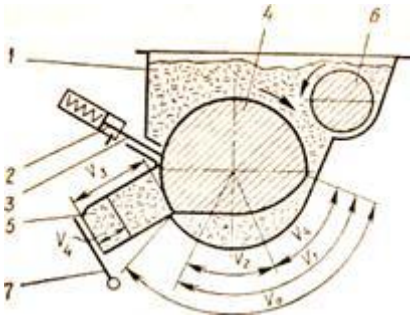


1-стабілізатор тиску; 2 – мірний поршень; 3 - ділильна головка; 4 - приймальна лійка; 5 - барабан, що обертається; 6 - лопать, що прибирається

Рис. 4 - Принципова схема тістоділлювальної машини з лопатевим нагнітувачем (роторні лопаті знімаються) і ділильною головкою.

5. Тістоділильні машини безділильної головки з роторним нагрівачем і додатковим валком. Дані машини відрізняються тим, що нагнітач виготовлений у вигляді ротора зі специфічною формою вирізу, який використовується для подачі і нагнітання тіста. До цієї групи також належать нещодавно розроблені машини, які захищені авторськими правами або

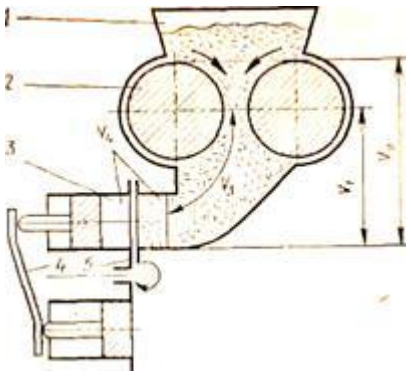
патентами, але поки не набули практичного застосування в промисловості. Ці машини поєднують в собі легку для роботи конструкцію і простоту використання, оптимізовані робочі процеси і високу продуктивність (рис. 5).



1- приймальна лійка; 2 - обмежувач ходу заслінки; 3 - пружна відсікаюча заслінка; 4-роторний нагнітач; 5 – буферна камера; 6 – поживний валик; 7 - відсікаючий ніж

Рис. 5 - Принципова схема тістоділлювальної машини з роторним нагнітачем без ділильної головки.

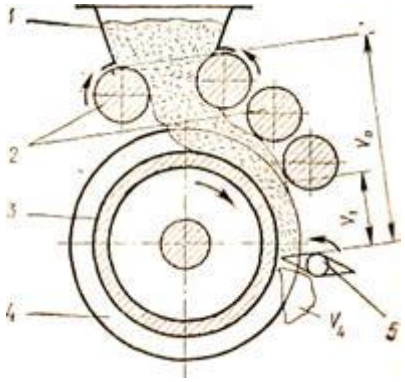
6. Тістоділильні машини з валковим нагнітачем та ділильною головкою: наприклад, системи ХДВ, РТ-2, RMC, Celicai, HLS-9. Тиск, що створюється нагнітачем в робочій камері, залежить від діаметра і відстані між валками. Зазвичай машина працює без стабілізатора тиску. Головка камери є багато кишеньковою, але зазвичай має лише одну кишеню під наповнювач (рис.6).



1 - приймальна лійка; 2 - нагнітальний валик; 3 – мірна камера; 4 – механізм регулювання ходу поршня; 5 - ділильна головка

Рис. 6 - Принципова схема тістоділлювальної машини з валковим нагнітачем та ділильною головкою.

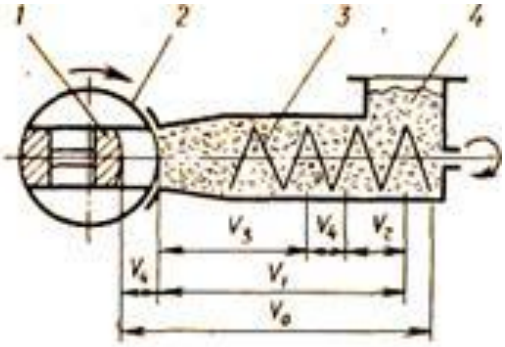
7. Тістоподілювачі з валковими нагнітачами і тістоподілювачами без ділильних головок (рис.7), наприклад, багато рукавні тістоподілювачі FATV(Німеччина), Gefra(Нідерланди). Вони використвуються для виробництва дрібноштучних виробів з борошна. У даних машинах тісто формується за рахунок методу розкатки, і його міцність подібна до міцності тіста під тиском у зачиненій камері. Дрібні шматочки відокремлюються від прокатної стрічки за допомогою обертових ножів. Тістоподільні машини оснащені власними багаторухомими округлювачами, після чого послідовно виробляється відчотирьох до шести шт. заготовок.



1 - приймальна лійка; 2 - валки, що нагнітають; 3 - формує барабан; 4 реборда барабана; 5 - відсікаючий ніж

Рис. 7 - Принципова схема тістоділильної машини з валковим нагнітачом і пристроєм, що прокатує, без ділильної головки.

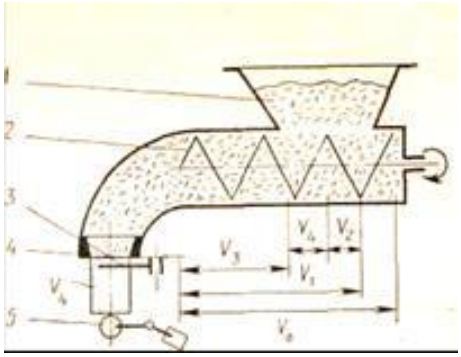
8. Тістоділильна машина зі шнековим нагнітачем і поворотною ділильною головкою (рис.8): ХДФ-2М, «Кузбас» інші, використовуються для поділу житнього, житньо-пшеничного і пшеничного тіста з борошна другого сорту. Тісто нагнітається за допомогою одного або двох шнеків, стабілізатор тиску відсутній, ділильна головка-барабанного типу з парою плаваючих поршнів, що приводяться в рух тиском тіста.



1 - мірний поршень; 2 - ділильна головка; 3 - нагнітаючий шнек; 4 - приймальна вирва

Рис. 8 - Принципова схема тістоділильної машини зі шнековим нагнітачем та ділильною головкою.

9. Тістоділильні машини з шнековими нагнітачами без ділильних головок (рис.9): Циліндричні типу ХДР і Roboter. Ця група машин має значно нижчу точність поділу тіста, ніж попередні, але має слабший вплив на тісто і потребує значно менше енергії для роботи машини.



1 - приймальна лійка; 2 - шнеки, які нагнітають (2 шт.); 3 - відсікаючий ніж; 4 – мундштук; 5 - ролик, який включає привід

Рис. 9 - Принципова схема тістоділильної машини з шнековим нагнітачем без ділильної головки.

2. Техніко – економічне та соціальне обґрунтування

Інформаційні аспекти побудови систем управління процесом поділки тіста на заготовки

Динаміка складних систем, їх розробка та впровадження є однією з найскладніших проблем. Ця проблема поширюється і на тістоділильні машини. Всі відомі підходи до розрізання тіста чітко пов'язані зі складними інформаційними системами. У інтегрованому інформаційному середовищі нарізка тіста є однією з базових концепцій. Цією базовою концепцією є реологічна модель.

Будь – який технологічний процес передбачає прийняття рішень. Вони базуються за рахунок інформації з різних джерел. Ця інформація повинна бути повністю заснована на даних. Дані- це основний рівень інформації.

На основі кількості даних повинні прийматися рішення з наступних питань:

- які дані процесу можна виміряти;
- на скільки вони важливі;
- яким чином та як вони між собою пов’язані;
- наскільки достовірні джерела отримання цих даних.

Щоб організувати управління даними, необхідно відповісти на низку запитань:

- визначити найголовніші пріоритети;
- як будуть збиратися і зберігатися дані;
- як будуть проаналізовані;
- як відбуватиметься прийняття рішеннь;
- як відбуватиметься контроль виконання рішень
- проведення аналізу та їх наслідки;
- яким чином визначені успішні рішення.

Дане комплексне вирішення питання потребує всієї необхідної сукупності інформаційних зв’язків. Цьому слугує інформаційна модель процесу. За базовими принципами: формулювання мети; суб’єкт моделювання; одна точка зору. Після отримання моделі майбутньої системи провести процес перетворення даних у інформацію. Тому вживана та перспективна група є статистичні методи. Вони умовно розподілені на прості та методи математичної статистики, що пов’язано із:

Таке комплексне рішення потребує всіх необхідних інформаційних зв'язків. Для цього використовується інформаційна модель процесу. Основними принципами є формулювання цілей, суб’єкт моделювання і перспективи. Після отримання моделі майбутньої системи здійснюється процес конвертації даних в інформацію. Тому статистичні методи є перспективною групою широко використовуваних методів. Вони умовно поділяються на прості статистичні методи та методи математичної статистики:

- складність технології, кількість і варіативність контрольованих параметрів;

- вимоги до якості тістових заготовок;

- вимогидо якості тістових заготовок.

- вимоги до виробництва хлібобулочних виробів;

- комп'ютеритапоширеннякомп'ютернихтехнологій;

-обробка та відображення великих обсягів інформації

- зміни в характері технологій, процесів та обладнання:

-аналіз інформаційних потоків; перетворення інформації для ефективної обробки.

Різноманітні методи, плани та техніки спрямовані на покращення якості зі спільними принципами та цілями, які є основними орієнтирами для досягнення успіху. У хлібопекарській промисловості скорочення тривалості технологічного процесу є впливовим фактором. Це також включає в себе

поліпшення якості борошна і зниження технологічних витрат. Тому вплив механічної обробки тіста під час поділу тіста відіграє важливу роль. Це підтверджено численними дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених. Водночас, відсутність більш інноваційних тістороздільювачів сповільнює цей процес. Їх робота повинна гарантувати інтенсивну механічну обробку тіста.

Аналіз інформації в Розділі1 дозволить порівняти та оцінити схеми машин і методи поділу тіста з точки зору спрощення конструкції машини та обладнання. Такий підхід дає можливість виявити фактори, що визначають раціональне використання різних методіві схем. Це дасть можливість компонування та проектування різних типів тістоділильних машин. Питання вибору схеми машини нечасто розглядається при проектуванні технологічного обладнання. Також мало інформації про раціональну конструкцію робочого органу, де вибирається оптимальна швидкість.

Поточна ситуація в хлібопекарському секторі дозволяє виробникам експериментувати з новітніми тістороздільювачами. Виробники потребують гарантії, що їхні машини будуть працювати з тістом вологістю 40-45%;

- встановлення на підприємствах у технологічні схеми;
- простоту в обслуговуванні;
- надійність роботи і обслуговування.

Рекомендації що до розвитку вітчизняних хлібопекарських технологій та будівництва механізованих виробничих потужностей є актуальними для даної промисловості промисловості.

Приступаючи до модернізації тісто розділювальної машини, щоб вона відповідала вище зазначеним вимогам, необхідно прийняти низку фундаментальних рішень що до її конструкції. Проаналізувавши найкращі сучасні конструкції машин і застосувавши сучасні інженерні принципи, необхідно розробити нове конструктивне рішення. Дотримання та розробка вимог є запорукою успішної роботи технології інтенсивності набухання білка. Основною вимогою є утворення клейковини, яка неповинна бути

пошкоджена механічними впливами під час поділу тіста. Ці параметри пов'язані зі структурно-механічними властивостями напівфабрикату. Тому вони впливають на рецептурний склад і технологію випікання. То ж ці параметри восновному характеризуються послідовними операціями. Ефект операції визначається і встановлюється за результатом її впливу на загальний процес.

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання

У цьому проекті реалізовано модернізацію нагнітальної лопаті в робочій камері тістоподільної машини та досліджено вплив руху лопаті та її кута на процес розділення.

У робочій камері тістоподільної машини процеси відтворюються з фіксованим відхиленням, як на натуральних зразках, так і на моделях. Розмір процесу обмежений фізичною методологією, що використовується. Фізична модель робочої камери з обладнанням для нагнітання тіста є повномасштабним вирізом. Вона дозволяє змінювати параметри процесу в заданих межах і оснащена пристроями (прозорими стінами і вікнами) та приладами для візуального спостереження.

При використанні моделей з великим часовим фактором відхилення вносять ефекти стінок. У таких моделях лінійні розміри потрібно зменшити у два рази. При цьому обсяг роботи зменшується у вісім разів. При моделюванні з вирізами ефективніше використовувати натуральні розміри. "Виріз" не повинен призводити до значних відхилень ефекту стіни.

На основі фізичних моделей та формальних записів створюються математичні моделі ключових процесів. Вони виконуються в робочій кімнаті тістоподілювача, де можна вивчати систематичні методи. Вивчення їх за допомогою кількісних показників дає можливість виявити не пояснені відхилення та скоригувати результати. Результати дають якісне відображення основних залежностей і реальної системи.

Фізична модель робочої камери показана на рисунку 2.1. Робоча камера – це ємність, в якій здійснюються процеси та операції. Операції пов'язані з поділом тіста на шматки однакової ваги та форми. Частини камери (воронки) не є частиною робочої камери. У ній не виконуються операції, пов'язані з поділом тіста.

Будова та принцип дії модернізованого обладнання

Процес роботи машини виглядає наступним чином. Тісто подається з бункера (1) в робочу камеру (2). Камера являє собою барабан. З одного боку камери знаходиться корпус машини, а з іншого боку-прозора бічна кришка. Модернізовані нагнітальні лопаті (3) обертаються з постійною кутовою швидкістю ω1. Тісто потрапляє в робочу зону (4) камери. Під дією кулачкового механізму заслінка (11) виробляє коливальні рухи. В опущеному положенні вона перешкоджає виходу тіста з робочої зони і потраплянню в бункер. Таким чином, тісто потрапляє в стакан (5) і вагову кишеню (6). З одного крайнього положення в інше, коли вагова кишеня (6) заповнена, поршень (9) під тиском тіста рухається назустріч тісту. Одночасно заготовка виштовхується з вагової кишені (8) на конвеєр. За ваговою кишенею (6) спресоване тісто в робочій камері з відкритою заслінкою (11) повертається в бункер, а надлишок тіста повертається в бункер. Ділильна головка (7) безперервно обертається з кутовою швидкістю ω2 = ω1.

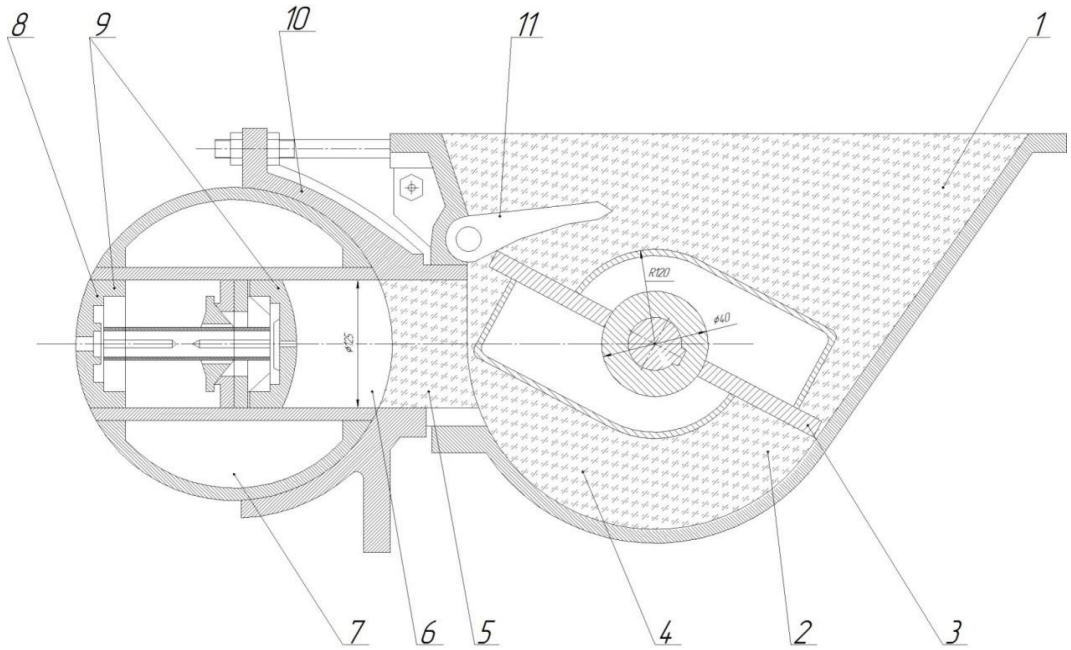
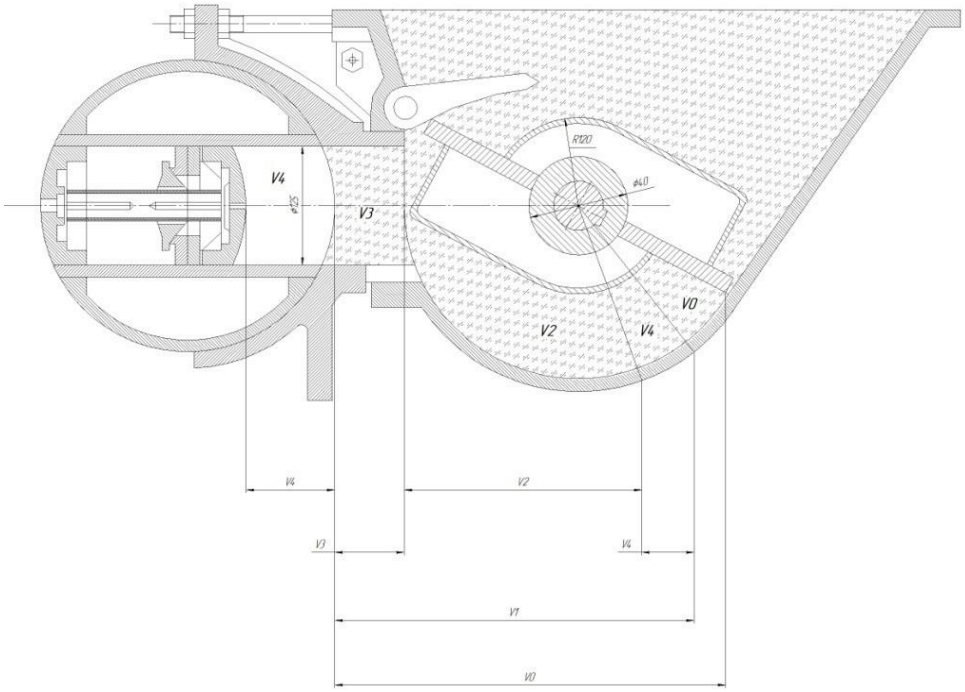


Рис. 4.1. Модернізована конструкція робочої камери: 1.-бункер; 2.-робоча камера; 3.- модернізована нагнітальна лопать; 4.-робоча зона; 5.-стакан; 6.-мірна кишеня; 7.-ділильна головка; 8,9.-поршень; 10.-горловина; 11.-заслінка.

Кулачковий механізм повертає заслінку (11). У нижньому положенні вона перешкоджає виходу тіста з робочої камери і потраплянню в бункер. Тісто надходить в стакан і в мірні кишені. Якісне нагнітання тіста під допустимим тиском забезпечує запропонована вдосконалена лопать. Вона має інший радіус r ступці . Зовнішній радіус r і ширина b відповідають камері.

Порівняння об'єму існуючої та модернізованої камер показано на рисунку 2.2.



Технічні параметри робочої камери тістоподільної машини марки А2-ХТН до після модернізації

Назва об'єму	Умовне позначення	До модернізації
Об'єм робочої камери	V0	$5.54 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм камери стискання	V1	$5.1 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм стабілізації тиску	V2	$0.159 \times 10^{-3} м^3$
Буферний об'єм	V3	$3 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм мірних камер	V4	$1.9 \times 10^{-3} м^3$

Вигляд робочої камери — До модернізації

Назва об'єму	Умовне позначення	Після модернізації
Об'єм робочої камери	V0	$3.13 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм камери стискання	V1	$3.34 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм стабілізації тиску	V2	$0.12 \times 10^{-3} м^3$
Буферний об'єм	V3	$1.11 \times 10^{-3} м^3$
Об'єм мірних камер	V4	$1.9 \times 10^{-3} м^3$

Вигляд робочої камери — Після модернізації

Рис. 4.2 Порівняння основних технічних характеристик робочої камери до та після модернізації

6. Розрахункова частина

6.1. Розрахунок продуктивності

Визначаємо максимальну продуктивність машини.

$$П = m \cdot n, \text{ Шт / хв} \qquad (6.1)$$

де m –кількість мірних склянок ділильної головки;

n – Число циклів ділильної головки в секунду (об / хв).

$$n = n_7 = \frac{n_1}{u_{1,7}}, \text{ об/хв} \qquad (6.2)$$

де n_7 –Найбільша частота обертання на валу ділильної головки (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VII);

n_1 – частота обертання на валу двигуна, об/хв;

$u_{1,7}$ – Передаточне відношення від валу 1 до валу 7.

$$u_{1,7} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 54 \cdot 80}{50 \cdot 54 \cdot 40} = 47{,}67$$

$$n = n_7 = \frac{n_1}{u_{1,7}} = \frac{1430}{47{,}67} = 30 \text{ ,про/хв} \qquad (6.3)$$

$$П = m \cdot n = 2 \cdot 30 = 60, \text{ Шт / хв}$$

6.2. Енергетичний розрахунок

Визначаємо повну потужність, необхідну для роботи машини.

$$N = N_H + N_{ДГ} + N_T \qquad (3.4)$$

де N_H – Потужність необхідна для приводу нагнітальної лопаті;

$N_{ДГ}$ – Потужність необхідна для приводу ділильної головки;

N_T – Потужність необхідна для приводу транспортера.

N_H, $N_{ДГ}$ –Визначаються за формулою:

$$N = T \cdot \omega \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.5)$$

деT– крутний момент на приводному валу, Н.м;

ω – Найбільша кутова швидкість на відповідному валу, рад/с.

Потужність необхідна приводу нагнітальної лопаті.

$$N_H = T_7 \cdot \omega_7 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.6)$$

де$T_7 = 425 H \cdot м$ – максимальний момент, що крутить, на валу нагнітальної лопаті.

ω_7 –Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VII).

$$\omega_7 = \frac{\omega_1}{u_{1,7}}, \text{ Рад/с} \quad (6.7)$$

де ω_1 – кутова швидкість на валу двигуна, рад/с;

$u_{1,7}$ – Передаточне відношення від валу 1 до валу 7.

$$u_{1,7} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 54 \cdot 80}{50 \cdot 54 \cdot 40} = 47{,}67$$

Відомо, що асинхронна частота обертання на валу двигуна дорівнює$n_{дв} = 1430 об/мин$. Тоді

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 1430}{30} = 149{,}6 рад/с$$

$$\omega_7 = \frac{\omega_1}{u_{1,7}} = \frac{149{,}6}{47{,}67} = 3{,}14, \text{ Рад/с} \quad (6.8)$$

$$N_H = T_7 \cdot \omega_7 \cdot 10^{-3} = 425 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-3} = 1{,}335, \text{ кВт}$$

Потужність необхідна приводу ділильної головки.

$$N_{ДГ} = T_{ДГ} \cdot \omega_8 \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (6.9)$$

де $T_{ДГ}$ – крутний момент на валу ділильної головки;

ω_8 –Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –VIII).

$$\omega_8 = \frac{\omega_7}{u_{78}}, \text{ Рад/с} \qquad (6.10)$$

$$u_{78} = 80/80 = 1$$

$$\omega_8 = \frac{\omega_7}{u_{78}} = \frac{1,78}{1} = 3,14 \text{ ,рад/с}$$

Крутний момент на валу ділильної головки визначається за формулою:

$$T_{ДГ} = R_Г\left(P_{10} + \frac{\pi D^2}{4}Q\right), H \cdot м$$

де $R_Г$ =0,16м – радіус ділильної головки;

P_{10} –сила тертя ділильної головки про козирок, Н;

Q =1600Па – гранична напруга зсуву тесту;

D =0,125м – діаметр мірної камери.

$$P_{10} = m \cdot R_n \cdot f \text{ ,Н} \qquad (6.11)$$

де m =2 – число поршнів;

R_n =300Н – реакція тістоділильної камери на поршень;

f =0,15 – коефіцієнт тертя поршня об стінки тестової камери.

$$P_{10} = m \cdot R_n \cdot f = 2 \cdot 300 \cdot 0,15 = 90 \text{ ,Н(3.12)}$$

$$T_{ДГ} = R_Г\left(P_{10} + \frac{\pi D^2}{4}Q\right) = 0,16\left(90 + \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4}1600\right) = 146,4 H \cdot м$$

$$N_{ДГ} = T_{ДГ} \cdot \omega_8 \cdot 10^{-3} = 146,4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} = 0.46 \text{ , кВт}$$

Потужність необхідна приводу транспортера.

Вихідні дані:

Транспортований вантаж–тістові заготовки.

Довжина конвеєра – 2,2 м.

Максимальний кут нахилу 450.

Визначаємо кутову швидкість на приводному валу транспортера.

$$\omega_9 = \frac{\omega_1}{u_{19}}, \text{ Рад/с} \qquad (6.13)$$

ω_9 – Найбільша кутова швидкість на даному валу (на кінематичній схемі машини вал позначений номером –IX).

$u_{1,9}$ – Передатне відношення від валу 1 до валу 9.

$$u_{1,9} = 1{,}43 \cdot \frac{1}{1{,}62} \cdot 25 \cdot \frac{54 \cdot 18}{50 \cdot 54} = 7{,}94$$

$$\omega_9 = \frac{\omega_1}{u_{19}} = \frac{149{,}6}{7{,}94} = 18{,}84 \text{ ,рад/с} \qquad (6.14)$$

Вибираємо конвеєрну стрічку загального призначення тип 3, ширина 200м, з однією тяговою прокладкою з міцністю 100 Н/мм із тканини БКНЛ–100, що допускає робоче навантаження kp=12 Н/м із товщиною гумової обкладки робочої поверхні δ_p =2мм, неробочої поверхні $\delta_н$ = 1мм, клас міцності Б.

Умовне позначення стрічки: Стрічка 3–200–БКНЛ–100–2–1–Б за ГОСТ 20–76.

Погонна маса стрічки.

$q_л = 1150 B \cdot \delta = 1150 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}0045 = 1{,}04$ кг/м.

Відповідно до рекомендацій приймаємо діаметр роликів роликоопорdp = 63 мм.

Умовне позначення роликоопор:

Робоча гілка: роликоопора ЖЦ–200–63–30о ГОСТ 2645–77

Холоста гілка: роликоопора Н–200–63 ГОСТ 22645–77

Знайдемо погонну масу частин, що обертаються

$q_{\beta}^{p} = 4{,}2$ кг/м;

$q_{\beta}^{x} = 1{,}25$ кг/м.

Визначаємо погонну масу рухомих частин конвеєра за формулою

$$q_к = q_к^p + q_к^x = (q_л + q_p^p) + (q_л + q_p^x) = 1{,}04 + 4{,}2 + 1{,}04 + 1{,}25 = 7{,}5 \text{ кг/м}$$

де $q_л$ – погонна маса стрічки;

q_p^p – погонна маса обертових частин роликоопор робочої гілки конвеєра;

q_p^x – погонна маса обертових частин роликоопор холостий гілки конвеєра.

Визначимо тягову силу конвеєра.

$$F_0^{/} = \left[\omega \cdot L_Г \cdot \left(q + q_k\right) \pm q \cdot H\right] \cdot g \cdot k_k$$

де ω =0,025–коефіцієнт опору;

$L_Г$ =1,53 м–довжина проекції конвеєра на горизонтальну площину;

q –погонна маса вантажу (маса максимального числа заготовок на стрічці);

Н – висота підйому стрічки вантажу, м;

Знаходимо крок, через який заготовки потрапляють на стрічку.

$$T = V \cdot П \text{ м} \tag{6.15}$$

де V – Лінійна швидкість стрічки транспортера, м / с;

$П$ =0,5шт/с – продуктивність ділильної головки.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} \text{ ,м/с} \tag{6.16}$$

де ω =18,84 рад/с – кутова швидкість приводного валу транспортера;

d =0,063м – діаметр роликоопор.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} = 18{,}84 \frac{0{,}063}{2} = 0{,}59 \text{ ,м/с} \tag{6.17}$$

$$T = V \cdot П = 0{,}59 \cdot 0{,}5 = 0{,}295 \text{ ,м.}$$

Тоді кількість заготовок на стрічці дорівнює:

$$n = L / T \tag{6.18}$$

L = 2,2 м – Довжина транспортера.

$$n = L/T = 2.2/0{,}295 = 7.4 \text{ заготовок}$$

Якщо прийняти масу однієї заготівлі = 1 кг. Тоді погонна маса вантажу дорівнює:

$$q = 7 \cdot 1 = 7 \text{ , кг.}$$

Н–висота підйому;

$$\text{Н} = L \cdot tg\beta = 2{,}2 \cdot tg45^0 = 2{,}2м \tag{6.19}$$

$\kappa_к$ –Коефіцієнт, що враховує геометричні та конструктивні особливості конвеєра.

$$k_k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \tag{6.20}$$

де k_1=1,5– коефіцієнт, що залежить від довжини конвеєра;

k_2=1– коефіцієнт, що залежить від перегину траси;

k_3=1– коефіцієнт, що залежить від виду приводу;

k_4=1– коефіцієнт, що залежить від наявності натяжної станції;

k_5=1– коефіцієнт, що залежить від виду розвантаження конвеєра.

$$k_k = 1{,}5_1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}5$$

$$F_0^{/} = \left[0{,}025 \cdot 1{,}53 \cdot (7 + 7{,}5) + 7 \cdot 2\right] \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5 = 214.1H$$

Коефіцієнт зчеплення між резинотканевой стрічкою і сталевим барабаном приймаємо рівним f=0,025

Приймаємо кут обхвату 2000.

$$k_s = 1{,}73$$

Визначаємо максимальний статичний натяг стрічки.

$$F_{\max} = k_s \cdot F_0^{/} = 1{,}73 \cdot 214.1 = 370.5 \text{ Н} \tag{6.21}$$

Перевіряємо необхідну мінімальну кількість тягових прокладок у стрічці.

$$z \geq z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_{\text{р}} \cdot B} = \frac{370.5}{12 \cdot 200} = 0{,}15;$$

$$z = 1$$

Визначимо мінімальний діаметр приводного барабана.

$$D_{\text{п.б.}}^{\min} = \text{k} \cdot \text{z}; \tag{6.22}$$

де k = 140 – коефіцієнт, що залежить від типу тканини;

z–число прокладок.

$$D_{\text{п.б.}}^{\min} = 140 \cdot 1 = 140 мм$$

За ДСТ 22644–77 приймаємо діаметр приводного барабана 180мм.

Визначаємо потужність на приводному валу конвеєра.

$$N_{TP} = \frac{F_0 \cdot V}{10^3 \cdot \eta_{\text{бар}}}; \tag{6.23}$$

де V – швидкість руху стрічки конвеєра.

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} = 18{,}84 \frac{0{,}18}{2} = 1{,}69 \text{ ,м/с} \tag{6.24}$$

де d – прийнятий діаметр барабана;

ω =18,84 рад/с – кутова швидкість приводного валу транспортера.

$$\eta_{бар} = \frac{1}{1 + \omega_\delta \cdot (2k_s - 1)}; \tag{6.25}$$

де ω_δ – коефіцієнт опору барабана (ω_δ =0,03..0,05);

k_s =1,85 – коефіцієнт зчеплення барабана зі стрічкою.

$$\eta_{бар} = \frac{1}{1 + 0{,}04 \cdot (2 \cdot 1{,}85 - 1)} = 0{,}9;$$

$$N_{TP} = \frac{214.1 \cdot 1{,}69}{10^3 \cdot 0{,}9} = 0{,}402 \text{ кВт.}$$

Визначаємо повну потужність, необхідну для роботи машини.

$$N = N_H + N_{ДГ} + N_T = 1{,}335 + 0{,}46 + 0{,}402 = 2{,}197 \text{ , кВт}$$

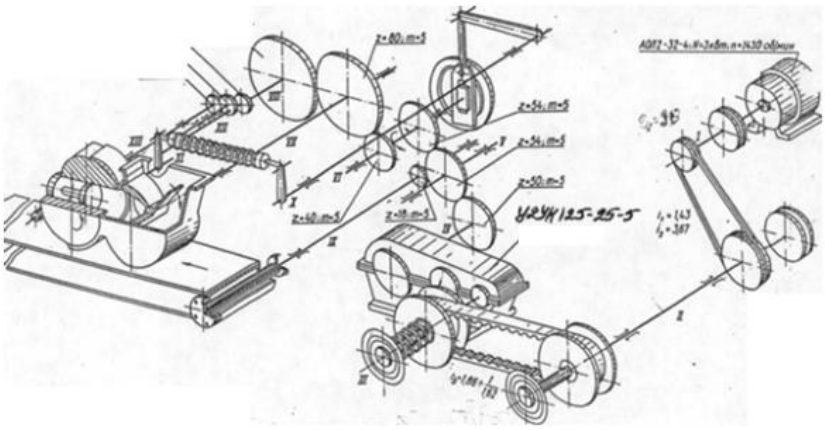
Визначаємо потужність електродвигуна за формулою

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta} = \frac{2.197}{0.75} = 2.92 \text{ , кВт}$$

де η – ККД приводу машини.

Встановлена потужність приводу становить 2,92 кВт, для установки на машину приймаємо асинхронний трифазний двигун серії 4А100S4У3, потужністю NДВ=3кВт, діаметр вихідного валу dвих=28мм, асинхронна частота обертання $n_{дв} = 1430 об/мин, \frac{T_{пуск}}{T_{ном}} = 2,0$.

6.3. Кінематичний розрахунок.



1 – приводний електродвигун, 2 – варіатор, 3 – редуктор. 4 – головний вал, 5– транспортер, 6 – робоча камера, 7 – ділильна головка, 8 – привід заслінки, що відсікає

Рис. 6.1. Кінематична схема тістоділильної машини.

Визначаємо максимальні кутові швидкості та частоти обертання на валах приводу.

$\omega_{дв}$ – Кутова швидкість на валу двигуна, рад/с.

$$\omega_{дв} = \frac{n_{дв} \cdot \pi}{30} = \frac{1430 \cdot 3,14}{30} = 149,6 рад/с$$

$$\omega_I = \omega_{дв} = 149,6 рад/с$$

Кутову швидкість на і–тому валу визначаємо з відношення

$$\omega_i = \frac{\omega_j}{u_{ji}} \qquad (6.26)$$

де u_{ji} – Передаточне відношення від j–того валу до і–тому.

Тоді маємо, що кутові швидкості на валах рівні:

$$\omega_{II} = \frac{\omega_{\text{I}}}{u_{I-II}} = \frac{149,6}{1,43} = 104,62\,рад/с$$

$$\omega_{III} = \frac{\omega_{II}}{u_{II-III}} = \frac{104,62}{1/1,62} = 169,48\,рад/с$$

$$\omega_{IV} = \frac{\omega_{III}}{u_{III-IV}} = \frac{169,48}{25} = 6,78\,рад/с$$

$$\omega_{V} = \frac{\omega_{IV}}{u_{IV-V}} = \frac{6,78}{54/50} = 6,28\,рад/с$$

$$\omega_{VI} = \frac{\omega_{V}}{u_{V-VI}} = \frac{6,28}{54/54} = 6,28\,рад/с$$

$$\omega_{VII} = \frac{\omega_{VI}}{u_{VI-VII}} = \frac{6,28}{80/40} = 3,14\,рад/с$$

$$\omega_{VIII} = \frac{\omega_{VII}}{u_{VII-VIII}} = \frac{3,14}{80/80} = 3,14\,рад/с$$

$$\omega_{IX} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{V-IX}} = \frac{6,28}{18/54} = 8,37\,рад/с$$

$$\omega_{XII} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{VI-XII}} = \frac{3,14}{31/112} = 11,34\,рад/с$$

$$\omega_{XIII} = \frac{\omega_{XII}}{u_{XII-XIII}} = \frac{11,34}{16/31} = 21,98\,рад/с$$

Частоти обертання на валах рівні:

$$n_I = n_{дв} = 1430\,об/мин$$

$$n_{II} = \frac{30\omega_{II}}{\pi} = \frac{30 \cdot 104,62}{3,14} = 1000\,об/мин \qquad (6.27)$$

$$n_{III} = \frac{30\omega_{III}}{\pi} = \frac{30 \cdot 169,48}{3,14} = 1619\,об/мин$$

$$n_{IV} = \frac{30\omega_{IV}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6,78}{3,14} = 64,8\,об/мин$$

$$n_V = \frac{30\omega_V}{\pi} = \frac{30 \cdot 6{,}28}{3{,}14} = 60 об/мин$$

$$n_{VI} = \frac{30\omega_{VI}}{\pi} = \frac{30 \cdot 6{,}28}{3{,}14} = 60 об/мин$$

$$n_{VII} = \frac{30\omega_{VII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3{,}14}{3{,}14} = 30 об/мин$$

$$n_{VIII} = \frac{30\omega_{VIII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 3{,}14}{3{,}14} = 30 об/мин$$

$$n_{IX} = \frac{30\omega_{IX}}{\pi} = \frac{30 \cdot 8{,}37}{3{,}14} = 80 об/мин$$

$$n_{XII} = \frac{30\omega_{XII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 11{,}34}{3{,}14} = 108{,}3 об/мин$$

$$n_{XIIi} = \frac{30\omega_{XIII}}{\pi} = \frac{30 \cdot 21{,}98}{3{,}14} = 210 об/мин$$

Потужність на валах рівна:

$$N_I = N_{\text{дв}} = 2{,}92 \text{ кВт} \quad (6.27)$$

$$N_{II} = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{пер}} = 2{,}92 \cdot 096 = 2{,}8 \text{ кВт}$$

$$N_{III} = N_{II} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}8 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}6 \text{ кВт}$$

$$N_{IV} = N_{III} \cdot \eta_{\text{р}} = 2{,}6 \cdot 0{,}97 = 2{,}5 \text{ кВт}$$

$$N_V = N_{IV} \cdot \eta_{\text{ч}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}5 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}3 \text{ кВт}$$

$$N_{VI} = N_V \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}3 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}1 \text{ кВт}$$

$$N_{VII} = N_{VI} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}1 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 2{,}0 \text{ кВт}$$

$$N_{VIII} = N_{VII} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 2{,}0 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}9 \text{ кВт}$$

$$N_{IX} = N_{VIII} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 1{,}9 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}8 \text{ кВт}$$

$$N_X = N_{IX} \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 1{,}8 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}99^2 = 1{,}7 \text{ кВт}$$

$$N_{XI} = N_X \cdot \eta_{\text{р}} = 1{,}7 \cdot 0{,}97 = 1{,}6 \text{ кВт}$$

$$N_{XII} = N_{XI} \cdot \eta_{\text{ц}} = 1{,}6 \cdot 0{,}97 = 1{,}5 \text{ кВт}$$

$$N_{XIII} = N_{XII} \cdot \eta_{\text{р}} = 1{,}5 \cdot 0{,}97 = 1{,}4 \text{ кВт}$$

Обертальний момент на валах дорівнює:

$$\text{T}_I = \frac{N_I}{w_I} = \frac{2{,}92 \cdot 10^3}{149{,}6} = 19{,}5 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм}) \quad (6.28)$$

$$T_{II} = \frac{N_{II}}{w_{II}} = \frac{2{,}8 \cdot 10^3}{104{,}62} = 26{,}7 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{III} = \frac{N_{III}}{w_{III}} = \frac{2{,}6 \cdot 10^3}{169{,}48} = 15{,}3 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{IV} = \frac{N_{IV}}{w_{IV}} = \frac{2{,}5 \cdot 10^3}{6{,}78} = 368{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{V} = \frac{N_{V}}{w_{V}} = \frac{2{,}3 \cdot 10^3}{6{,}28} = 366{,}3 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VI} = \frac{N_{VI}}{w_{VI}} = \frac{2{,}1 \cdot 10^3}{6{,}28} = 331{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VII} = \frac{N_{VII}}{w_{VII}} = \frac{2{,}0 \cdot 10^3}{3{,}14} = 636{,}2 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{VIII} = \frac{N_{VIII}}{w_{VIII}} = \frac{1{,}9 \cdot 10^3}{3{,}14} = 605{,}0 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{IX} = \frac{N_{IX}}{w_{IX}} = \frac{1{,}8 \cdot 10^3}{8{,}37} = 215{,}0 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{X} = \frac{N_{X}}{w_{X}} = \frac{1{,}7 \cdot 10^3}{11{,}34} = 149{,}1 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{XII} = \frac{N_{XII}}{w_{XII}} = \frac{1{,}5 \cdot 10^3}{21{,}98} = 68{,}2 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$T_{XIII} = \frac{N_{X}}{w_{X}} = \frac{1{,}4 \cdot 10^3}{11{,}34} = 123{,}4 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

6.4. Перевірочний розрахунок клинопасової передачі

Залежно від частоти обертання меншого шківа n1 (n1=nдв=1430 об/хв) і потужності P=Pдв=3 кВт, що передається, приймаємо переріз клинового ременя А.

Діаметр меншого шківа за формулою:

$$d_1 \approx (3-4)\sqrt[3]{T} \qquad (6.29)$$

$$d_1 \approx (3-4) \cdot \sqrt[3]{19{,}5 \cdot 10^3} \approx 81{,}5 - 108\ (\text{мм})$$

Діаметр шківа для ременів перерізу А не повинен бути менше 100 мм, приймаємо

d1=100 мм

Діаметр більшого шківа визначаємо за формулою:

$$d_2 = U_p \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \quad (6.30)$$

$d_2 = 3{,}67 \cdot 100 \cdot (1 - 0{,}01) = 363$ (мм)

Приймаємod2=400 мм, відповідно до ГОСТ 17383–73

Уточнюємо передатне відношення

$$U_p = \frac{d_2}{d_1 - (1-\varepsilon)} \quad (6.31)$$

$$U_p = \frac{400}{100 \cdot (1 - 0.01)} = 3.96$$

Розбіжність за первісним прийнятим значенням:

$3{,}96 - 3{,}67/3{,}67 \cdot 100\% = 0{,}7\%$що менше допускається.

Отже, остаточно приймаємо діаметри шківів d1=100 мм

d2 = 400 мм.

Міжосьова відстань слід прийняти в інтервалі:

$$a_{min} = 0.55(d_1 - d_2) + T_0 \quad (6.32)$$

$$a_{max} = d_1 + d_2 \quad (6.33)$$

$a_{min} = 0{,}55 \cdot (100 + 400) + 8 = 283$ (мм)

$a_{max} = 100 + 400 = 500$ (мм)

Приймаємо попередньо близьке значенняар=430 мм.

Розрахункова довжина ременя визначається за такою формулою:

$$L = 2 \cdot a_p + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a_p} \quad (6.34)$$

$$L = 2 \cdot 430 + 0.5 \cdot 3.14 \cdot (100 + 400) + \frac{(400 - 100)^2}{4 \cdot 430} = 1749 \text{ (мм)}$$

Найближче значення за стандартом L=1800 мм.

Уточнення значення міжосьової відстані ар з урахуванням стандартної довжини ременя, наведеної в табл. 7.7 [2], приймаємо L=1800 мм:

$$a_p = 0.25 \cdot \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y}\right] \quad (6.35)$$

$$a_p = 0.25\left[(1800-785)+\sqrt{(1800-785)^2-2\cdot 9000}\right] = 505\ (\text{мм})$$

Де$w = 0.5\cdot\pi\cdot(d_1+d_2) = 0.5\cdot 3.14\cdot 500 = 785\ (\text{мм})$

$y = (d_2-d_1)^2 = (400-100)^2 = 90000$

Кут обхвату меншого шківа визначаємо за формулою:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57\cdot\frac{d_2-d_1}{a_p} \qquad (6.36)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57\cdot\frac{300}{505} = 146^\circ$$

Коефіцієнт режиму роботи, що враховує умови експлуатації передачі: для приводу до стрічкового конвеєра при однозмінній роботіСр = 1,0

Коефіцієнт, що враховує вплив довжини ременя: для ременя перерізу Б при довжині L=1800 мм

CL=1.01

Коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату при α_1=146º

Cα≈0,89

Коефіцієнт, що враховує число ременів у передачі: припускаючи, що число ременів у передачі буде від 2 до 3, приймаємо

Cz = 0,95

Число ременів у передачі визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P\cdot C_p}{P_o\cdot C_z\cdot C_\alpha\cdot C_L} \qquad (6.37)$$

$$Z = \frac{3\cdot 1{,}0}{1{,}3\cdot 0{,}95\cdot 0{,}89\cdot 1{,}01} = 2{,}8$$

Приймаємо Z=3.

Натяг гілки клинового ременя визначаємо за формулою:

$$F_0 = \frac{850\cdot P\cdot C_p\cdot C_L}{Z\cdot V\cdot C_\alpha} + \theta\cdot V^2 \qquad (6.38)$$

$$F_0 = \frac{850\cdot 3\cdot 1{,}0\cdot 1{,}01}{3\cdot 7{,}4\cdot 0{,}89} + 0{,}18\cdot 7{,}4^2 = 185{,}2\ (\text{Н})$$

де$V = 0.5\cdot w_{\text{дв}}\cdot d_1 = 0{,}5\cdot 149{,}6\cdot 0{,}10 = 7{,}4$

Тиск на вали визначаємо за формулою:

$$F_в = 2 \cdot F_o \cdot Z \cdot \sin\frac{\alpha_1}{2} \quad (6.39))$$

$$F_в = 2 \cdot 185{,}2 \cdot 3 \cdot \sin 73° = 1062\ (Н)$$

Робочий ресурс ременів визначається за такою формулою:

$$H0 = Nоц \cdot \frac{L}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1} \cdot \left(\frac{G_{-1}}{G_{max}}\right)^8 \cdot C_i \cdot C_H \quad (6.40)$$

де – Базова кількість циклів. Для ременів перерізом ≥ 4,6 $106N_{оц}N_{оц}$ ·

L – розрахункова довжина ременя (L = 1,8 м);

d_1– Діаметр меншого шківа (= 0,1 м);d_1

n_1– Частота обертання (= 1430об/хв);n_1

G_{-1}– Межа витривалості (= 7 Мпа);G_{-1}

G_{max}– максимальна напруга у перерізі ременя МПа;

C_i – Коефіцієнт, що враховує вплив передаточного відношення;

C_H – Коефіцієнт, що залежить від навантаження, (при періодично змінюється навантаженні від нуля до номінального значення);$C_H = 2$

$$C_i = 1{,}5 \cdot - 0{,}5\sqrt[3]{u} \quad (6.41)$$

$$C_i = 1{,}5 \cdot - 0{,}5 = 1.8\sqrt[3]{4}$$

Максимальна напруга в перерізі ременя знаходиться за формулою:

$$G_{max} = G1 + Gu + Gv \leq [\ ]G_{доп} \quad (6.42)$$

де G1 – напруга від розтягування, МПа;

Gu – напруга від вигину ременя, МПа;

Gv – напруга від відцентрової сили, МПа;

[] – Допустима напруга ременя, [] = 10 МПа;$G_{доп}G_{доп}$

Напруга від розтягування знаходиться за формулою:

$$G1 = G0 \cdot \left(\frac{F_t}{2} \cdot d1 \cdot Z\right) \quad (6.43)$$

де – колова сила, що діє в зачепленні, Н;F_t

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1 \cdot 1000}{d_1} \quad (6.44)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 118{,}78 \cdot 1000}{0{,}1} = 1{,}9\ (Н)$$

$$G1 = 1{,}5 \cdot (\cdot 0{,}1 \cdot 3) = 0{,}53 \text{ (МПа)} \frac{1{,}9}{2}$$

Напруга від вигину ременя визначається за формулою:

$$Gu = Eu \cdot \frac{H}{d_1} \qquad (6.45)$$

де Eu – для бавовняних ременів Eu = 50 – 80 МПа;

$$Gu = 50 \cdot \frac{10{,}8 \cdot 10^{-3}}{0{,}1} = 4{,}32 \text{ (МПа)}$$

Напруга від відцентрової сили визначається за формулою:

$$Gv = p \cdot \cdot \upsilon^2 10^{-6} \qquad (6.46)$$

де p – густина ременя, p = 1100 – 1200 кг/м3;

$$Gv = 1100 \cdot \cdot = 0{,}0023 \text{ (МПа)} 1{,}4^2 10^{-6}$$

Знайдемо максимальну напругу ременя:

$$G_{max} = 0{,}53 + 4{,}32 + 0{,}0023 = 4{,}85 \leq []G_{доп}$$

Дана клинопасова передача відповідає розрахунковим і вихідним параметрам, а також має достатню працездатність та довговічність.