

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Олександр ГАВВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв
на тему: Модернізація робочих органів тістомісильної машини А2-ХТТ

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЗОХ-4-1

Байденко Даніїл Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____ (підпис)

Керівник Теличкун Юлія Станіславівна
(прізвище, ім'я та 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 - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Інститут *ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого*
Кафедра *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*
Освітній ступінь *бакалавр*
Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
(код і назва)
Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олександр ГАВВА

“ _____ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Байденко Данііл Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація робочих органів тістомісильної машини А2-ХТТ*

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

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “08” *листопада* 2023 року № *917-кс*

2. Строк подання здобувачем роботи *01 лютого 2024 р.*

3. Вихідні дані до роботи *технічний паспорт обладнання; кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація*

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд тістомісильної машини А2-ХТТ, механізм змішування, дозатор, поперечні розрізи, зубчасте колесо.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання 9 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>15.11.23</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>20.11.23</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>05.12.23</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>10.12.23</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>15.12.23</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>20.12.23</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>25.12.23</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.01.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>15.01.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>18.01.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>20.01.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>24.01.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>24.01.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>26.01.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>28.01.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.01.24</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.02.24</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

_____ (підпис)

Данііл БАЙДЕНКО

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Юлія ТЕЛИЧКУН

(ім'я та прізвище)

Зміст

Анотація.....	5
Вступ.....	7
1. Аналіз конструкції тістомісильних машин безперервної дії.....	9
2. Опис конструкції і будови нової машини	17
3. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	22
4. Вибір конструкційних матеріалів.....	24
5. Розрахункова частина.....	27
5.1. Розрахунок продуктивності тістомісильної машини.....	27
5.2. Розрахунок балансу енерговитрат.....	28
5.3. Кінематичний розрахунок приводу	31
5.4. Розрахунок шпонки.....	33
5.5. Вибір підшипника	36
5.6. Підбір і розрахунок муфти.....	37
5.7. Розрахунок циліндричної передачі.....	40
6. Технологія машинобудування	44
7. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту машини.....	60
8. Охорона праці.....	65
9. Система управління.....	79
10. Охорона довкілля.....	81
Висновки.....	88
Список використаної літератури.....	89
Додатки.....	92

	<i>Технічне узгодження Теличкун Ю.С.</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа НУХТ</i>	<i>Розробник документа Байденко Д.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва Зміст</i>	<i>191991.KP.09.000.ПЗ</i>		
	<i>Документ затверджено Габва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>
					<i>Аркуш 4</i>

Анотація

В проекті розглянуто модернізацію робочих органів тістомісильної машини А2-ХТТ з метою заміни морально та фізично застарілого обладнання на більш продуктивне і прогресивне. В проекті детально розраховано та розроблено конструкцію важливої складової лінії виробництва батону – тістомісильної машини. Проведено розрахунки, обрано найбільш доцільну конструкцію робочих органів машини. Впровадження такого обладнання в лінію виробництва хлібобулочних виробів призводить до збільшення прибутку та якості продукції в цілому по лінії.

У даному дипломному проекті проведено розрахунки основних параметрів тістомісильної машини, використовуючи вихідні дані, такі як продуктивність, об'єм місильної камери та час замісу. З метою покращення ефективності була висунута і успішно реалізована ідея модернізації конструкції машини, при цьому ключовою зміною є встановлення лопатей-хрестовин замість дискових робочих органів. Ця модифікація призвела до позитивних результатів, включаючи підвищення коефіцієнта корисної дії, скорочення тривалості виробничих циклів, зменшення витрат сировини та покращення якості вихідного продукту. Крім того, модернізація спричинила зменшення споживання електричної енергії завдяки раціональній конструкції нових місильних органів.

Пояснювальна записка складається з 91 сторінок текстової інформації, 13 ілюстрацій, 7 таблиць та включаючи креслення формату А1 – 6 шт

Ключові слова дослідження: **Хлібобулочні вироби, тістомісильна машина, ефективність, обертання, тісто.**

ABSTRACT

The project considered the modernization of the working bodies of the A2-XTT dough mixer with the aim of replacing morally and physically obsolete equipment with more productive and progressive ones. In the project, the design of an important component of the loaf production line - the dough kneading machine - is calculated and developed in detail. Calculations were carried out, the most appropriate design of the machine's working bodies was chosen. The introduction of such equipment into the production line of bakery products leads to an increase in the profit and quality of the products as a whole along the line.

In this diploma project, the main parameters of the dough kneading machine were calculated, using the output data, such as productivity, volume of the kneading chamber and kneading time. In order to improve efficiency, the idea of modernizing the design of the machine was put forward and successfully implemented, while the key change is the installation of cross blades instead of disc working bodies. This modification led to positive results, including increased efficiency, reduced production cycle times, reduced raw material costs, and improved quality of the output product. In addition, the modernization caused a decrease in the consumption of electrical energy due to the rational design of the new thinking organs.

The explanatory note consists of 91 pages of textual information, 13 illustrations, 7 tables and including drawings in A1 format - 6 pieces

Research keywords: **Bakery products, dough kneading machine, efficiency, rotation, dough.**

Вступ

Хлібобулочні вироби відіграють важливу роль у харчовому раціоні суспільства. У зв'язку з цим стоїть завдання більш повно задовольняти потреби населення в цих продуктах, постійно підвищуючи їх якість, при цьому оптимізувати використання сировини і енергії.

Ключовим для підвищення ефективності виробництва, зокрема для зростання продуктивності праці в хлібопекарській промисловості, є впровадження нових технологій. Ці технічні інновації сприяють інтенсифікації технологічних процесів, скороченню тривалості виробничих циклів і зменшенню технологічних витрат сировини.

У цьому напрямку перспективним є використання нових механізмів для замісу тіста з підвищеною інтенсивністю механічного впливу на тісто. Впровадження таких машин дозволяє повністю механізувати та автоматизувати процес приготування тіста, а також надає можливість регулювання інтенсивності замісу та тривалості бродіння в залежності від властивостей борошна.

Вдосконалення обладнання для приготування тіста повинно також забезпечувати його надійну роботу в дві зміни та перерви вихідних днів. При комплектації нових технологічних ліній обладнанням слід враховувати можливість обробки борошна з різними хлібопекарськими властивостями.

При замісі, крім раціонального механічного впливу, важливо дотримуватися оптимальної температури та формування структури, яке має забезпечувати постачання живильних речовин до клітин бактерій. Також необхідно забезпечити достатню вологу та газообмін, які є необхідними для функціонування бактерій.

При ударному та вкрай інтенсивному впливі на таку суміш можна травмувати бактеріальну культуру та знизити її активність. Тому вибір та обґрунтування раціональних конструкцій тістомісильних машин та їх робочих параметрів повинні базуватись на глибоких знаннях властивостей оброблювальних сумішей та механізму впливу на них робочих органів машини. Крім того, при розробці тістомісильних машин повинні включатися питання, пов'язані з оптимізацією і регулюванням параметрів змішування при зміні рецептури та якості сировини. Прогресивними в цьому напрямку є конструктивні рішення, застосовані на машинах А2-ХТТ, ФТК-1000, а також И8-ХТМ, де можливо дистанційно регулювати робочі параметри замісу і продуктивність.

1. Аналіз конструкції тістомісильних машин безперервної дії

Для замісу хлібного тіста використовують різні типи машин, які, залежно від виду борошна, рецептурного складу та особливостей асортименту, забезпечують різний механічний вплив на тісто. Оцінку якості роботи тістомісильних машин проводять органолептично і за показниками якості готових виробів. [29]

Технологічно важливою є оптимальна конфігурація місильного органу та частота його обертання в тістомісильних машинах. Це має забезпечувати не лише ефективний заміс за короткий період, але й враховувати вид оброблюваного матеріалу. Регулювання частоти обертання робочого органу є ключовим аспектом, що забезпечує адаптацію до різних типів сировини. Оцінка якості роботи машин визначається органолептично та за показниками якості готових виробів.[2]

Сприяючи неперервному процесу замісу хлібного тіста, тістомісильні машини безперервної дії були впроваджені в промисловій галузі відносно нещодавно. В Україні вперше вони з'явилися у 1947 році. З огляду на складність процесу замісу, більшість таких машин оснащені численними камерами і різними видами місильних органів. У кожній тістомісильній машині використовують робочі органи, що відносяться до різних типів перемішувачів. Всі машини мають камери для змішування циліндричної форми чи їх елементи. [28]

Розглянемо кілька конструкцій найбільш розповсюджених тістомісильних машин безперервної дії, які застосовуються як в українському, так і в іноземному виробництві. [3]

Машина для замісу тіста Х-12 відноситься до однокамерних тістомісильних машин з низькою швидкістю ходу. Призначена для замісу пшеничного і житнього тіста з продуктивністю до 20 тонн на добу. Завдяки своїй простоті конструкції та легкості обслуговування, ця машина здобула широке застосування.

Машина має структуру (див. рис. 1.1), яка включає напівциліндричну місильну ємкість 5, в центрі якої розташований місильний вал 4 з лопатями 3. Зверху, корито закривається відкидною кришкою.

Борошно подається в машину за допомогою прямокутного патрубку 1, який оснащений двома ємкісними індикаторами рівня. Дозування борошна здійснюється роторним живильником, який приводиться в рух від головного валу за допомогою кривошипно-шатунного механізму і клинового фрикційного храповика. [1]

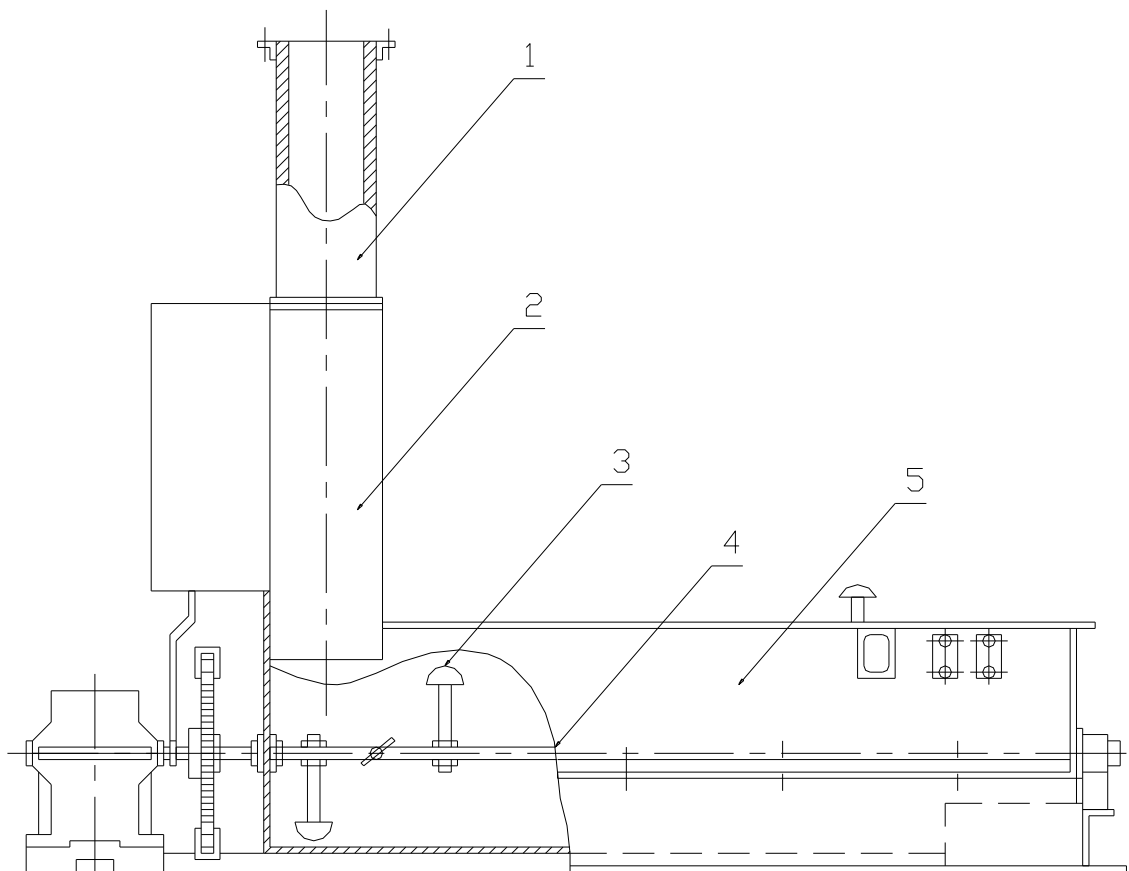


Рис. 1.1. Тістомісильна машина Х-12.

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

Над живильником розміщено зворушувач, який виконує коливальні рухи за допомогою системи важелів. Вихід тіста з машини здійснюється через патрубок 6. Привід машини забезпечується від електродвигуна через редуктор 7 і зубчасту передачу. На передній панелі розташовані чотири кранові дозатори для рідких компонентів. [5]

Машина працює наступним чином. Усі компоненти, подавані малими дозами з дозаторів, безперервно введені в передню частину корита 5, яке розділено порогом. Тут вони змішуються лопатями 3, що закріплені під кутом до осі валу, та переміщуються вздовж корита. По мірі руху маси до вивантажувального патрубка 6 вона пластифікується та додатково перемішується.

Санітарна обробка машини виконується без необхідності розбирання, але це не дуже зручно. Недоліком машини є низька продуктивність замісу тіста, значні коливання в складі через ненадійну роботу дозуючих систем та відсутність пристроїв для регулювання швидкості обертання місильного валу і тривалості замісу. [4]

Максимальна частота обертання місильного вала обмежена на рівні 48 оборотів в хвилину, а інтенсивність механічної дії зумовлена зусиллям, яке виникає внаслідок тертя тіста об стінки місильної камери. У цьому випадку підвищення інтенсивності замісу шляхом збільшення частоти обертання вала є неможливим. Однак для удосконалення процесу замісу можна розширити місильне корито та збільшити кількість лопатей. Додатково, можна зменшити робочу площу місильних лопатей або встановити гальмівні лопаті на стінках місильного корита, щоб підняти частоту обертання місильного вала і покращити інтенсивність замісу. [31]

Тістомісильна машина А.А. Хренова відноситься до бистрохідних одновальних тістомісильних машин і представлена для замісу житнього та житньо-пшеничного тіста. [6]

У напівциліндричному корпусі 1 (див. рис. 1.2) розташований вал з трапецієвидними лопатями 2, закріпленими вздовж вала за допомогою гвинтової твірної. На кінці вала розташований шнек 4, вставлений в циліндричний патрубок 5, який закінчується шарнірним клапаном 6. У відділенні встановлена перегородка 3 для уникнення підтікання рідини. Патрубки 7 і 8 служать для подачі борошна і рідких компонентів. Заміс тіста відбувається достатньо інтенсивно завдяки високій швидкості обертання місильних лопатей. Відносно невелика площа місильних лопатей дозволяє проводити заміс на високих обертах, не залучаючи всю масу компонентів. Це сприяє швидшому і більш повному змішуванню компонентів на першій стадії замісу. Друга стадія, здійснювана однотипними лопатями, дозволяє виконувати інтенсивний заміс з помірним енергоспоживанням. Однак існує обмеження в регулюванні інтенсивності дії місильних лопатей по різних зонам, що може бути не вигідним. Також машина має недоліки, пов'язані з очищенням робочої камери і шнека від тіста та інші аспекти. [10]

Машину відрізняє значна компактність і висока продуктивність, що є суттєвою перевагою. Вплив шнека в кінці процесу замісу сприяє певній пластифікації тіста.

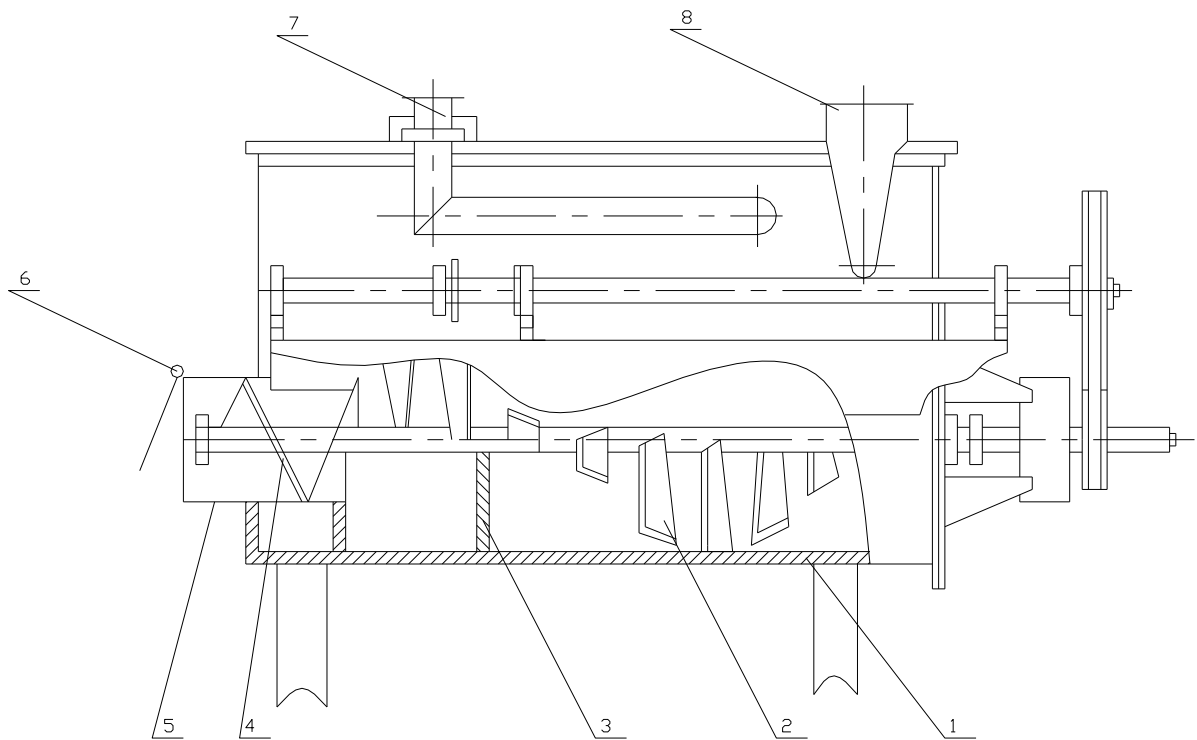


Рис. 1.2. Тістомісильна машина Хренова

Тістомісильна машина ФТК-1000 (рис. 1.3.) створена в Венгрії. Вона призначена для інтенсивного замісу пшеничного і житнього тіста.

Тістомісильна машина ФТК-1000 оснащена циліндричною камерою 3 з порівняно невеликим діаметром (200 мм) і водоохолоджуючим кожухом. Усередині камери закріплені шتیфти. Камера може розкриватися для очищення, розділяючись на дві половинки, що обертаються навколо шарніра. На головному валу 1 розташовані змішувальний шнек і насадка з місильними лопатями 5. Місильна камера завершується конічною насадкою 6, яка переходить в пластифікуючий патрубок 7. Завдяки обертанню місильного вала з частотою 200 оборотів в хвилину, машина може забезпечувати продуктивність до 1000 кг на годину. [8]

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

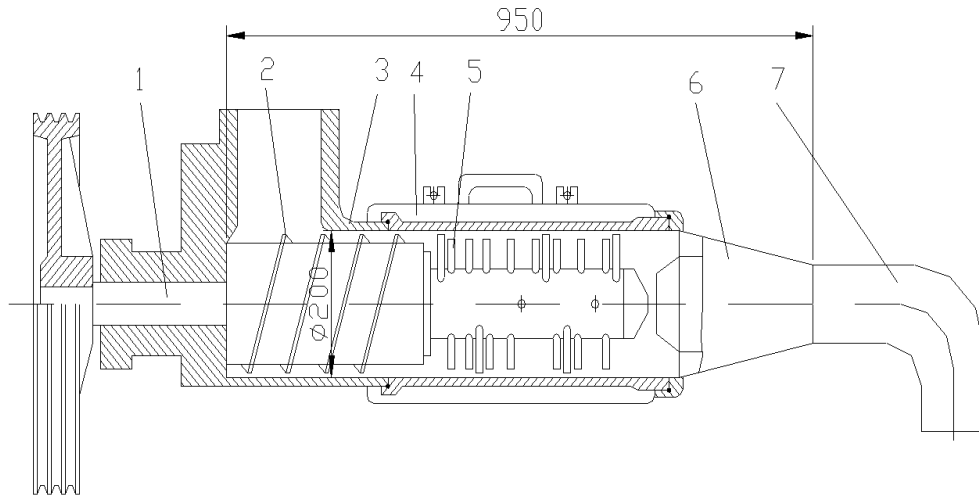


Рис. 1.3. Тістомісильна машина ФТК-1000.

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

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

Змішувач (див. рис. 1.4) складається з робочої камери, яка представлена двома циліндрами різного діаметра. У цих камерах розміщений консольний головний вал із змішуючими елементами. Перша камера для попереднього змішування має менший діаметр, в якій на робочому валу закріплені циліндричні стержні, розташовані за гвинтовою лінією. Друга камера для гомогенізації має більший діаметр і на валу встановлені робочі тарілки, які забезпечують високоінтенсивний заміс. [7]

Борошно подається в камеру через патрубок за допомогою стандартного роторного дозатора А2-ХТТ з індивідуальним приводом і пристроєм для незалежного регулювання подачі. Рідкі компоненти постачаються в розподілюючий пристрій через патрубок. Готова суміш виходить через зливну трубу, яка оснащена гвинтовим пристроєм для регулювання тривалості замісу, контролюючи рівень суміші в робочій камері. Решітка використовується для стабілізації рівня зливу. На корпусі змішувача розташоване вікно для спостереження за процесом. Електродвигун привода розташований в тумбі станини.

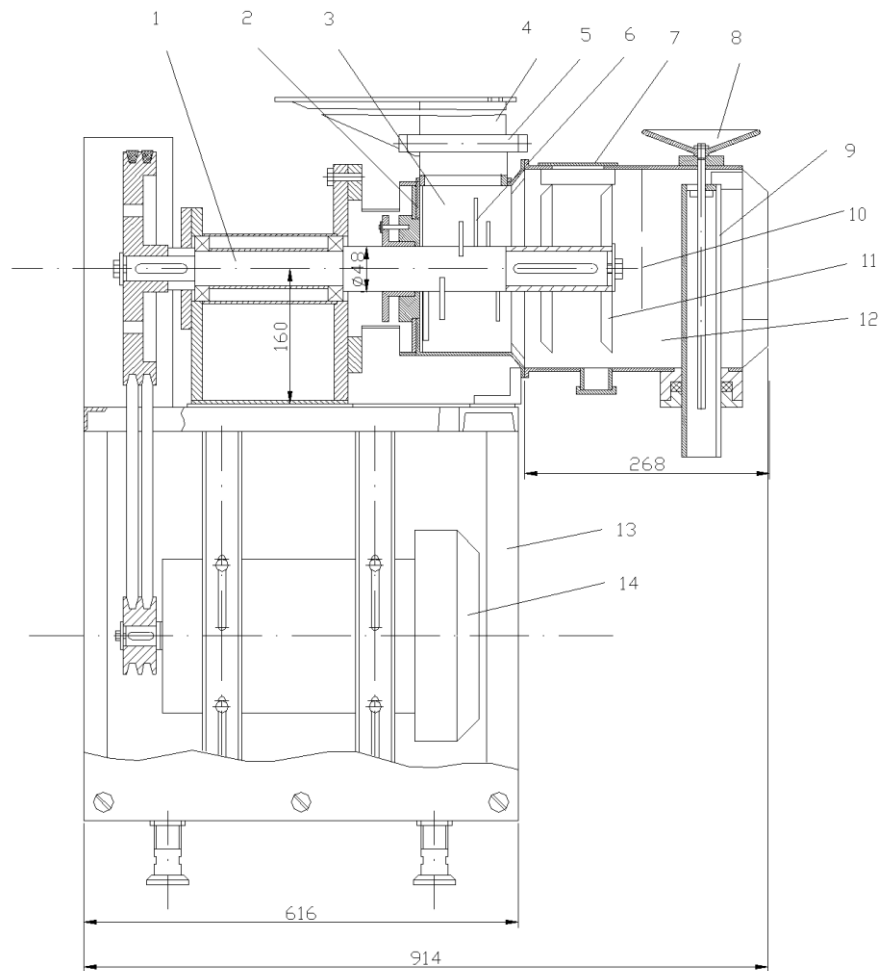


Рис. 1.4. Тарілчастий змішувач И8-ХТМ КТІХП.

1-головний вал; 2-корпус робочої камери; 3-камера попереднього змішування; 4-патрубок подачі борошна; 5-патрубок для подачі рідких компонентів; 6-

стержні; 7-вікно; 8-гвинтовий пристрій; 9-зливна труба; 10-заспокійлива решітка; 11-робоча тарілка; 12-камера гомогенізації; 13-станина; 14-привідний електродвигун.

Змішувач проявляє високу ефективність при роботі з бактеріальними середовищами, які включають дріжджі, молочнокислі та уксуснокислі бактерії та інші мікроорганізми. Забезпечується високий рівень дисперсії суміші за короткий проміжок часу (від 80 до 180 секунд). Тривалість змішування може бути змінена за допомогою реверсивного електродвигуна з дистанційним керуванням. Інтенсивність перемішування регулюється за допомогою тиристорного приводу від 3 до 30 с-1. Частота обертання фіксується за допомогою автоматичного тахометра ЕТА-3А, що відображається на табло з цифровою індикацією. [9]

Існує альтернативний варіант приводу, який використовує клинопасовий варіатор. Такий привід дозволяє налаштовувати змішувач на оптимальний режим роботи і легко інтегрувати його в систему автоматизації. Ця машина відповідає сучасним технічним стандартам і може бути включена в систему з автоматичним регулюванням параметрів процесу.

2. Опис конструкції і будови нової машини

Недоліки існуючої конструкції

Існуючі наразі конструкції тістомісильних машин періодичної дії, включаючи оригінальну модель машини А2-ХТТ, мають вбудовані конструктивні недоліки. До них можна віднести недостатню інтенсифікацію процесу замішування та обмежені можливості регулювання цього процесу.

В оригінальній машині А2-ХТТ замішування відбувається послідовно у двох камерах одновальної системи. У першій камері перемішування здійснюється чотирилопатовими дисками, а у другій - плоскими дисками та гальмівними сегментами. Після цього тісто переміщується в щілині між плоским диском та гальмівними сегментами за рахунок знакопостійних зрушувальних деформацій. Цей процес створює сприятливі умови для орієнтації та формування частинок клейковинного скелету. Важливо відзначити, що ця операція відбувається на ранніх етапах процесу, протягом 20-45 секунд від початку, коли білкові частки борошна ще не повністю поглинули вологу по всьому перерізу частинок і не пройшли процес їх гідратації. [12]

Ефективність замісу в такій конструкції визначається силою прилипання тіста до диску, що зумовлено вологістю тіста, його температурою та якістю білковини борошна. Важливо зауважити, що інтенсивність замісу в цьому випадку не регулюється жодними пристроями, що обмежує можливість використання переваг машини для управління процесом.

Мета та шляхи модернізації машини

Мета модернізації машини полягає в зміні режиму замішування на другій стадії. Оскільки зміна кінематичної схеми та приводу машини не є економічно доцільною, ми плануємо замінити робочі органи. Замість плоских дисків, які не дали найкращих результатів, буде встановлено шестипластинчасті хрестовини (рис. 2.2). Ця конструкція менш залежна від якості борошна, легше піддається управлінню процесом і дозволяє отримати високоякісне тісто на виході.

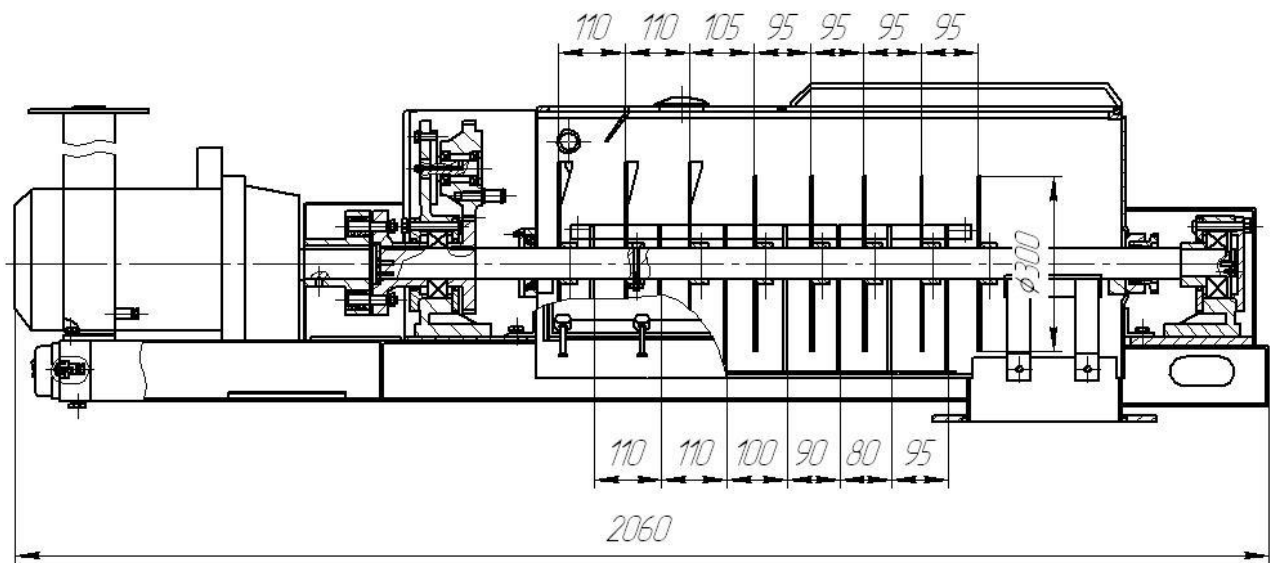
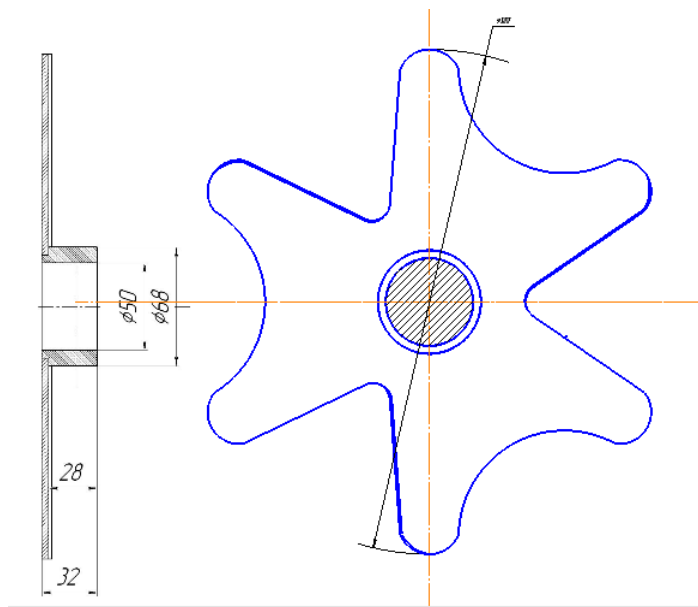


Рис. 2.1. Ескіз реконструйованої тістомісильної машини А2-ХТТ

Наші спроектовані хрестовини-лопаті відзначаються покращеною ефективністю замішування, завдяки раціональній формі лопатей, яка сприяє однорідному переміщенню та змішуванню об'єму тіста в кориті. Установлені контрлопаті в машині підсилюють ефект однорідності перемішування, що дозволяє отримати на виході з машини тісто високої якості. Це підтверджується подальшими розрахунками, які вказують на збільшення частки енергії замішування, яка припадає на перемішування тіста, і зміну його структури порівняно зі стандартною машиною. [11]



Опис конструкції модернізованої машини

Машини для замісу тіста А2-ХТТ представляє собою комплекс механізмів, призначених для точного дозування муки, змішування її з рідкими компонентами і замісу опари чи тіста. Цей пристрій призначений виключно для обробки пшеничного тіста та опари.

Процес замісу в даній машині реалізується через виникнення знакопостійних зсувних деформацій у тісті, спричинених дією місильних органів, а саме лопатей, та розташованих на визначеній відстані від них гальмівних лопатей. Цей процес створює умови для орієнтації клейковинного скелету тіста в одному напрямку, а саме в площині обертання лопатей.

Машини складається з напівциліндричної місильної ємності, а вздовж цієї ємності проходить місильний вал 2 (рис. 2.3) з прикріпленими до нього лопатевими місильними органами 3, що формують зону попереднього змішування. Окрім того, на валу закріплені шести пластинчасті лопаті-хрестовини 5, які утворюють зону пластифікації. Між хрестовинами встановлені гальмівні лопаті 4. Вал машини підтримується на шарикопідшипниках 1, закріплених в корпусі на кориті. У торцевих стінках

корпусу машини розташовані ущільнення, представлені манжетою та скребком, останнім виконаним у формі пластини. Він закріплений в середині місильної камери в точці з'єднання вала та корпусу. [13]

Зверху місильна ємність затягується кришкою, обладнаною оргскловим вікном 9, що дозволяє стежити за процесом замісу і має отвір 10 для подачі при необхідності рідких опарів, який при необхідності можна закрити кришкою.

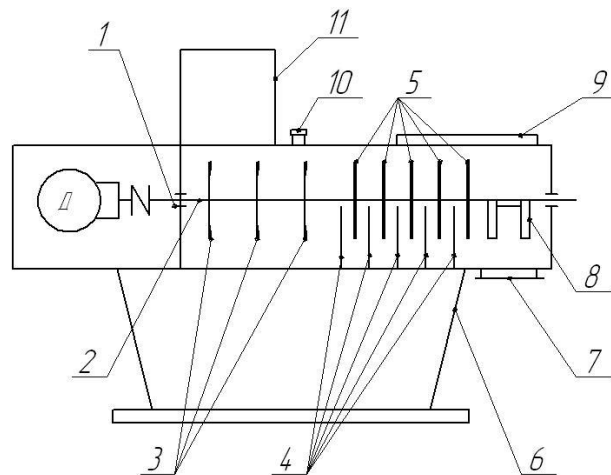


Рис. 2.3. Принципова схема реконструйованої тістомісильної машини А2-ХТТ

На бокових поверхнях місильної ємності розташовані отвори для подачі рідких компонентів, а готове тісто виводиться через патрубок 7. На корпусі тістомісильної машини встановлений дозатор муки 11. Привід машини забезпечується мотор-редуктором 13, який з'єднаний з місильним валом 2 за допомогою муфти 12.

Машина працює за таким принципом: борошно та рідкі компоненти поступають в змішувальну камеру через дозатори зверху, де їх ретельно перемішують лопатевими місильними органами та отримують імпульси для осьового зміщення. Наступний етап передбачає перемішування тіста в щілинах між хрестовинами та гальмівними лопатями завдяки знакопостійним зрушувальним деформаціям, що створює сприятливі умови для орієнтації і

формування частинок клейковинного скелету. На вихідній ділянці камери тісто намотується на вал 2, знімається ножом 8 і подається в патрубок 7.

3. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Хлібопекарна промисловість відіграє ключову роль у багатьох галузях харчової промисловості та суттєво впливає на економіку України.

У виробництві товарів народного споживання загальний обсяг хліба становить понад 13%. Цей продукт завжди вважався і продовжує залишатися основою харчування населення України.

У сучасних умовах конкурентного ринку успішність залежить від високої якості та доступності продукції. Застосування передових технологій та сучасного обладнання вирішально впливає на цю динаміку. Однак, аналіз показує, що інвестиції в дороге технічне обладнання не завжди призводять до очікуваного ефекту. Це може бути наслідком недостатньої кваліфікації обслуговуючого персоналу, невідповідності стандартам щодо води, сировини та параметрів електроенергії.

З цього приводу, ефективніше для вітчизняного виробництва є розвивати чи модернізувати існуюче обладнання безпосередньо в Україні. Це не лише економічно вигідно, але й практично, враховуючи специфіку ринкових умов та внутрішніх факторів.

Розроблена тістомісильна машина призначена для замісу пшеничного тіста, машина розроблена згідно з наукових розробок кафедри.

Нова тістомісильна машина вирізняється численними перевагами, які сприяють покращенню якості та продуктивності виробництва. Серед найважливіших переваг можна виділити:

- 1. Простота в управлінні та конструкції:** Машина розроблена з фокусом на спрощенні управління та конструкції, що робить її доступною для обслуговування персоналу з різним рівнем кваліфікації.
- 2. Покращена якість тіста та готової продукції:** Застосування нових місильних лопатей призводить до високоякісного замішування тіста, що позитивно впливає на якість готового хліба. Зменшення тривалості бродіння

завдяки тонкому перемішуванню також впливає на якість та швидкість виробництва.

3. Основана на наукових розробках та експериментах: Машина базується на теоретичних розробках, результатах експериментальних досліджень, сучасних уявлень про раціональний процес виробництва. Застосування математичної моделі та комп'ютерних розрахунків підкреслює технологічну передовість машини.

4. Високий коефіцієнт корисної дії (ККД) лопатей: Використання лопатей із високим ККД практично усуває проблеми нагрівання тіста, забезпечуючи оптимальний тепловий режим.

5. Можливість санітарної обробки: Конструкція машини дозволяє проводити ефективну санітарну обробку після закінчення робочого процесу, що забезпечує відповідність санітарним нормам та стандартам.

Враховуючи ці переваги, проект має не лише економічну доцільність, але й великий потенціал для поліпшення виробничих процесів. [14]

4. Вибір конструкційних матеріалів

У виробництві апаратів широко використовуються різні марки сталей, які підпорядковані стандартам, зокрема ГОСТ 5632-72. У багатьох випадках, для досягнення оптимальних характеристик та з економічних міркувань, застосовують труби з високоякісної, жаростійкої, низковуглецевої сталі 08Х17Т. Ця сталь відповідає вимогам ГОСТ 5632-72 та характеризується низьким вмістом вуглецю (згідно зі стандартом $<0,07$, а реально $<0,03$) і відсутністю нікелю. [15] Застосування цієї сталі, зокрема для зварних конструкцій, є обґрунтованим через її високі міцнісні та пластичні властивості. Сталь 45 забезпечує також вищу стабільність структури, включаючи зварні з'єднання, при нагріванні. Труби з цієї сталі можуть бути використані для транспортування різних середовищ, таких як вода, повітря, гази, а також хімічно активні і харчові рідини, з певними обмеженнями.

Сталь 45 володіє стійкістю до ударних механічних навантажень, витримує високі температурні впливи (до $650\text{ }^{\circ}\text{C}$) і може експлуатуватися безперервно при температурах принаймні до $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, не інтенсивно утворюючи окалину.

Крім того, відмінною рисою сталі 45 є відсутність сильного деформаційного зміцнення під час механічної обробки, яке є характерним для інших видів сталей. Це полегшує процеси обробки, такі як різання і шліфування, і дозволяє використовувати стандартний інструмент навіть без застосування твердосплавного чи швидкорізального інструменту. [17]

Сталь 45 також відзначається відмінною зварювальністю за допомогою різних методів зварювання. Її властивості зварюваності роблять її універсальним матеріалом для різноманітних зварних конструкцій.

Висока теплопровідність та низький коефіцієнт термічного розширення, порівняно з нікельвмісними сталями, надають сталі 45 додаткові переваги у великому спектрі застосувань.

Сталь 45 має набагато вищу теплопровідність порівняно з аустенітною нікельвмісною сталлю, перевищуючи її приблизно в 1,6 раза. Ця властивість робить трубопроводи, виготовлені зі сталі 45, ефективними в теплообмінних контурах. Завдяки високій теплопровідності цей матеріал ідеально підходить для застосувань, де важливо ефективне передавання тепла, таких як теплообмінні системи.

В умовах високих перепадів температур використання сталі 45 забезпечує надійніше фітінгове кріплення і забезпечує прискорений теплообмін.

Сталь 45 відповідає державним санітарно-епідеміологічним правилам і нормативам, що робить її однією з найперспективніших у виробництві обладнання для різних галузей харчової і переробної промисловості. У зв'язку з цим, для виготовлення нових деталей ми використовуємо саме листову та прокатну сталь 45 відповідно до ГОСТ 5632-72.

Сталь 40X13 знаходить застосування як корозієстійкий матеріал з високою твердістю для виробництва різального, вимірювального інструменту, пружин, підшипників та інших деталей, які піддаються зносу в слабоагресивних середовищах. Після закалки і наступного низькотемпературного відпуску вона демонструє високу корозійну стійкість в атмосферних умовах, слабких розчинах кислот при помірних температурах, водяній воді та інших агресивних середовищах. [16]

Сталь 08X17T застосовується для виготовлення виробів, що працюють в основному у окислювальних середовищах.

Велику увагу слід звертати на матеріали, з яких виготовлені деталі, що стикаються з харчовими продуктами та середовищами. Вибір таких матеріалів повинен відповідати особливим вимогам, включаючи обов'язковий дозвіл Міністерства охорони здоров'я на використання цих матеріалів.

Матеріал	Марка	Номер дозволу
Сталі високолеговані і сплави корозієстійкі, жаростійкі і жароміцні ГОСТ 5632-72	40X13	08с/Б-7-128
	08X17T	126-14/1461-3

5. Розрахунки

5.1. Розрахунок продуктивності тістомісильної машини

Продуктивність тістомісильної машини (в кг/год) розраховується з урахуванням забезпечення завантаження параметричного ряду печі на характерному для неї асортименті з врахуванням необхідних виробничих інтервалів та ритму роботи лінії, в яку входить дана машина.

Визначимо продуктивність тістомісильної машини для забезпечення роботи печі продуктивністю 1100 кг/год з площею пода 50м² при виробництві батонів масою 0.5 кг.

Продуктивність тістомісильної машини повинна забезпечувати продуктивність лінії по тісту:

$$P_{т.м.} = P_{п} \times \frac{100 + Y}{100} \times K_o,$$

де $P_{п}$ - продуктивність печі по гарячому хлібу, кг/год;

Y – упікання, % до гарячого батону з борошна першого гатунку $Y=8.0\%$.

K_o - коефіцієнт, який враховує можливості зупинки на регулювання та зупинку ($K= 1.05$).

Підставивши дані у формулу, отримаємо:

$$P_{т.м.} = 1100 \times \frac{100 + 8,0}{100} \times 1,05 = 1247,4 \text{ кг/год}$$

Отже тістомісильна машина повинна забезпечувати продуктивність лінії по тісту $P_{т.м.}=1247,4$ кг/год.

Визначаємо теоретичну місткість місильної камери (в м³):

$$V_T = \frac{\Pi_{т.м.} \times \tau}{3600 \times \rho \times K_1},$$

де K_1 - коефіцієнт заповнення місильної камери, $K_1=(0.5-0.7)$.

$$V_T = \frac{1247,4 \times 150}{3600 \times 1050 \times 0,5} = 0,099 \text{ м}^3$$

Знайдемо фактичну місткість робочої камери тістомісильної машини А2-ХТТ, параметри якої наведені в таблиці 3.1.

$$V = \left((H - R) \times 2R + \frac{\pi R^2}{2} \right) \times L,$$

де H -висота камери тістомісильної машини, м;

R -радіус робочої камери, м;

L -довжина робочої камери, м.

$$V = \left((0,42 - 0,18) \times 2 \times 0,18 + \frac{3,14 \times 0,18^2}{2} \right) \times 0,9 = 0,1235 \text{ м}^3.$$

Виконаємо перевірочний розрахунок продуктивності тістомісильної машини за відомим об'ємом робочої камери:

$$\Pi = \frac{3600 \times V \times \rho \times K_1}{\tau}, \text{ кг / год}$$

τ - тривалість замісу, с

Підставивши дані в формулу, отримаємо:

$$\Pi = \frac{3600 \times 0,1235 \times 1050 \times 0,5}{150} = 1556 \text{ кг / год.}$$

Отже визначивши фактичну продуктивність тістомісильної машини, бачимо що вона забезпечує тістом лінію і піч:

$$\Pi_{п.} (1247,4 \text{ кг/год}) < \Pi_{т.м.} (1556 \text{ кг/год})$$

5.2. Розрахунок потужності приводу

Потужність приводу тістомісильної машини А2-ХТТ складається з потужності безпосередньо місильного органу.

Для визначення потужності, яка необхідна електродвигуну для приведення в дію місильних органів, використовуємо формулу:

$$N=A*n/(\eta_1*\eta_2)$$

Де A - робота, яка затрачається на заміс, Дж/об

n - частота обертів місильного вала; с⁻¹;

η_1 і η_2 –коефіцієнти корисної дії механізмів тістомісильної машини, проміжних механізмів привода, при їх відсутності $\eta_2 = 1$. В нашому випадку $\eta_1 = 0.96$.

$$A=A_1+A_3,$$

Де A_1 – робота , яка втрачається на перемішування маси без урахування витрат на нагрів маси за рахунок тертя;

A_3 - робота на нагрів тіста і металевих частин машини, що з ним контактують;

Вихідні дані берем з паспорта машини і креслень.

Кількість лопатей, шт	3
Крок лопатей,м	0,12
Товщина лопаті,м	0,005
Відстань від осі обертання до початку лопаті,м	0,025
Відстань від осі обертання до кінця лопаті,м	0,17
Кут нахилу лопаті,град	70
Зазор між кінцями лопаті і стінками місильної камери,м	0,015
Частота обертання місильного вала,об/хв	58
Кількість хрестовин, шт	5
Товщина хрестовини, м	0,002
Відстань від осі обертання до початку хрестовини,м	0,025
Відстань від осі обертання до кінця хрестовини,м	0,15
Кут нахилу хрестовини,град	90
Зазор між кінцями хрестовини і стінками місильної камери,м	0,015
Коефіцієнт подачі тіста для хрестовини	0,025

Крок розміщення хрестовин, м	0,095
Кількість гальмівних лопатей,шт	4
Кут нахилу гальмівних лопатей,град	90
Відстань від осі обертання до початку гальмівної лопаті,м	0,075
Відстань від осі обертання до кінця гальмівної лопаті,м	0,2
Коефіцієнт подачі тіста для гальмівної лопаті	0,025
Густина тіста,кг/м ³	950
Динамічна в'язкість,Па с	8
Густина металевих частин,кг/м ³	7800
Коефіцієнт подачі тіста для шнеку	0,1083
Коефіцієнт корисної дії	0,9
Тривалість замісу,с	180

$$A_1 = a \cdot v \cdot \pi \cdot r_T \cdot n_2 \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot (R_2 - r_2) \cdot [(1 - k) \cdot \pi_2 (R_2 + r_2) + K \cdot S^2 / 2];$$

$$A_3 = 124 \cdot a \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{R_4 - r_4}{L} + \frac{2R_3 \cdot b \cdot \sin \alpha}{f} \right)$$

Підставляємо дані в формулу і отримуємо;

$$A_1 = 3 \cdot 2,24 \cdot 3,14 \cdot 950 \cdot 0,93^2 \cdot \cos 20 \cdot (0,17^2 - 0,13^2) \cdot [(1 - 0,1083) \cdot 3,14^2 \cdot (0,17^2 + 0,13^2) + 0,1083 \cdot 0,075^2 / 2] + 3 \cdot 0,015 \cdot 3,14 \cdot 950 \cdot 0,93^2 \cdot (0,15^2 - 0,048^2) \cdot [(1 - 0,025) \cdot 3,14^2 \cdot (0,15^2 + 0,043^2) + 0,025] + 3 \cdot 0,005 \cdot 3,14 \cdot 950 \cdot 0,93^2 \cdot (0,172^2 - 0,075^2) \cdot [(1 - 0,025) \cdot 3,14^2 \cdot (0,172^2 + 0,075^2) + 0,025 \cdot 0,025^2 / 2] = 171,03 \text{ Дж/об.}$$

$$A_3 = 124 \times 1 \times 8 \times 0,93 \times \left(\frac{0,17^4 - 0,13^4}{0,175} + \frac{2 \times 0,17^3 \times 2,24 \times \sin 90^\circ}{0,005} \right) +$$

$$+ 124 \times 3 \times 8 \times 0,93 \times \left(\frac{0,15^4 - 0,043^4}{0,095} + \frac{2 \times 0,15^3 \times 0,015}{0,025} \right) +$$

$$+ 124 \times 3 \times 8 \times 0,93 \times \left(\frac{0,172^4 - 0,112^4}{0,1} + \frac{2 \times 0,172^3 \times 0,005}{0,025} \right) = 2058,9 \text{ Дж/об}$$

Робота, яку використовуємо на заміс:

$$A = 171 + 2058,9 = 2229,9 \text{ Дж/об}$$

Визначаємо необхідну потужність тістомісильної машини:

$$N_2 = \frac{2230 \times 0,93}{0,96} = 2160 \text{ Вт} = 2,2 \text{ кВт}$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю 5.2

Табл. 5.2

n, об/хв	A1, Дж/об	A3, Дж/об	A, Дж/об	N, кВт
58	171	2058,9	2229,9	2,5

Підбираємо по каталогу мотор – редуктор типорозміру ЗМВз-40 типу АИР 90 L4 з потужністю $N = 2,5$ кВт і частотою обертання $n_{дв} = 58$ об/хв.

5.3. Кінематичний розрахунок приводу

Кінематична схема тістомісильної машини А2-ХТТ зображена на рис.

5.1.

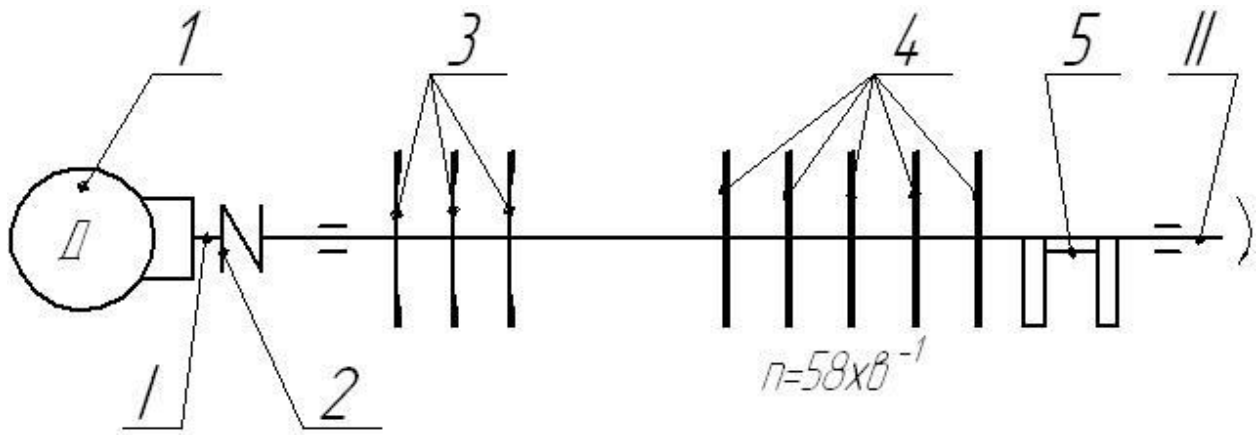


Рис.5.1. Кінематична схема приводу

1 - мотор-редуктор; 2 - муфта; 3 - лопаті; 4 - хрестовини; 5 - ніж.

Визначаємо частоту обертання валів тістомісильної машини, позначивши їх для зручності I і II

$$n_I = n_{II} = n_{дв};$$

де $n_I + n_{II}$ – частоти обертання I і II валів відповідно;

$n_{дв}$ – частота обертання мотора – редуктора (з технічної характеристики).

$$n_I = n_{II} = 58 \text{ об/хв}$$

Визначаємо потужність на двигунах:

$$n = \frac{N_{вих}}{\eta}$$

Де $N_{вих}$ – потужність, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_1 = N_{дв} = 2,5 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{N_1}{\eta_m \times \eta_{під}}$$

де η_m – ККД муфти;

$\eta_{\text{під}}$ – ККД підшипників;

З [4] вибираємо слідуючі дані;

$$\eta_m = 0,99$$

$$\eta_{\text{під}} = 0,97$$

Також враховуємо витрату потужності на розвантажування борошна.

$$N_2 = \frac{2.5 - 2.2}{0.99 \times 0.97} = 0,3 \text{ кВт}$$

Визначаємо крутний момент на валу:

$$T = \frac{N}{n} \times 9550 \text{ Н.м}$$

$$T_1 = \frac{N_1 \times 9550}{n_1} = \frac{2.5 \times 9550}{58} = 411.63 \text{ Н.м}$$

Отримані дані зводимо в таблицю:

№ вала	Число обертів	Потужність	Крутний момент
	$n, \text{об/хв}$	$N, \text{кВт}$	$T, \text{Н.М.}$
I	58	2,5	411.63

5.4 Розрахунок шпонок

1. Вихідний вал (шпонка під муфту).

Для діаметра 45 мм приймаємо шпонку $b = 14$ мм, $h = 9$ мм.

Розрахункову довжину визначаємо за формулою :

$$l_p \geq \frac{4 \cdot T}{d \cdot h \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{4 \cdot 411000}{45 \cdot 9 \cdot 100} = 40.6 \text{ (мм)}$$

конструктивно приймаємо $l = 50$ мм.

Визначаєм $\sigma_{зм}$ яке не повинно перевищувати (100-120)

$$\zeta_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{45 \cdot 50 \cdot 9} = 41 \text{ (мм)}$$

Визначаєм $\tau_{зм}$ яке не повинно перевищувати (60-90)

$$\tau_{zp} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{45 \cdot 50 \cdot 14} = 26 \text{ (мм)}$$

Отже умова виконується.

2. Вхідний вал (шпонка під шестерню).

Для діаметра 46 мм, приймаємо шпонку $b = 14$ мм, $h = 9$ мм.

Розрахункову довжину визначаємо за формулою :

$$l_p \geq \frac{4 \cdot T}{d \cdot h \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{4 \cdot 411000}{46 \cdot 9 \cdot 100} = 40 \text{ (мм)}$$

конструктивно приймаємо $l = 58$ мм.

Визначаєм $\sigma_{зм}$ яке не повинно перевищувати (100-120)

$$\zeta_{зм} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{46 \cdot 58 \cdot 9} = 35 \quad (\text{мм})$$

Визначаємо $\tau_{зм}$ яке не повинно перевищувати (60-90)

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{46 \cdot 58 \cdot 14} = 22 \quad (\text{мм})$$

Отже умова виконується.

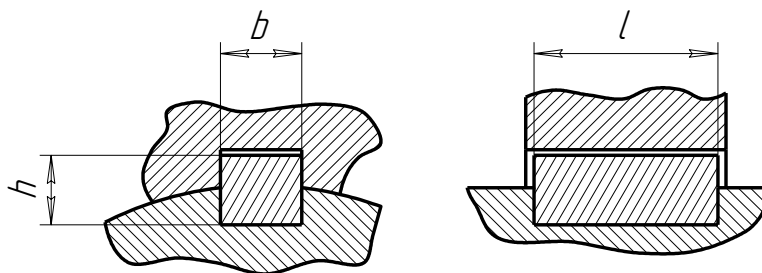


Рис. 11 Ескіз шпоночного з'єднання.

5.5. Вибір підшипників.

Вибір підшипника на вихідному валу

Попередньо вибираємо підшипник 7309, з такими характеристиками : $d = 45$, $D = 100$, $b = 26$

$C = 76100$ (Н) – каталожна динамічна грузопідйомність даного типорозміру підшипника;

$C_0 = 59300$ Н – каталожна статистична грузопідйомність підшипника.

Розраховуємо колові, радіальні та осьові навантаження відповідно

$$F_t = \frac{2T_1}{d\omega_1} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{340} = 2417,6 \text{ (Н)}$$

$$F_r = F_t \cdot \frac{\text{tg} \cdot d\omega}{\cos\beta} = 2417,6 \cdot \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 70} = 2572,7 \text{ (Н)}$$

$$F_a = F_t \cdot \text{tg}\beta = 2417,6 \cdot \text{tg}70 = 6642,3 \text{ (Н)}$$

Відношення $\frac{F_a}{F_r} = \frac{6642,3}{2572,7} = 2,6 \geq e = 0,29$;

Для даного підшипника при $\frac{F_a}{F_r} \geq e$ приймають $X = 0,4$, $Y = 2,09$.

Розраховуємо еквівалентне навантаження :

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_T K_B = (0,4 \cdot 2572,7 + 2,09 \cdot 6642,3) \cdot 1 \cdot 1,2 = 17894 \text{ (Н)};$$

K_T – температурний коефіцієнт ($K_T = 1$)

K_B – коефіцієнт безпеки ($K_B = 1,2$)

Розраховуємо довговічність підшипників :

Номінальна довговічність розраховується за формулою :

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p = \left(\frac{76100}{17894} \right)^{3,3} = 118,5 \text{ (млн.об)}$$

$$L_n = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 118,5}{60 \cdot 100} = 19750 \text{ (год)}$$

2. Попередньо вибираємо підшипник 7308, з такими характеристиками : $d = 40, D = 90, b = 23.$

$C = 61000$ (Н) – каталожна динамічна грузопідйомність даного типорозміру підшипника;

$C_0 = 46000$ Н – каталожна статистична грузопідйомність підшипника.

Розраховуємо колові, радіальні та осьові навантаження відповідно:

$$F_t = \frac{2T_1}{d\omega_1} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{340} = 2417,6 \text{ (Н)}$$

$$F_r = F_t \cdot \frac{\text{tg} \cdot d\omega}{\cos\beta} = 2417,6 \cdot \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 70} = 2572,7 \text{ (Н)}$$

$$F_a = F_t \cdot \text{tg}\beta = 2417,6 \cdot \text{tg}70 = 6642,3 \text{ (Н)}$$

Відношення $\frac{F_a}{F_r} = \frac{6642,3}{2572,7} = 2,6 \geq e = 0,29;$

Для даного підшипника при $\frac{F_a}{F_r} \geq e$ приймають $X = 0,4, Y = 2,09.$

Розраховуємо еквівалентне навантаження :

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_T K_B = (0,4 \cdot 2572,7 + 2,09 \cdot 6642,3) \cdot 1 \cdot 1,2 = 17894 \text{ (Н)};$$

K_T – температурний коефіцієнт ($K_T = 1$)

K_B – коефіцієнт безпеки ($K_B = 1,2$)

Розраховуємо довговічність підшипників :

Номінальна довговічність розраховується за формулою :

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{61000}{17894}\right)^{3,3} = 57,2 \text{ (млн.об)}$$

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 57,2}{60 \cdot 100} = 9533 \text{ (ГОД)}$$

5.6 Підбір і розрахунок муфти.

По попереднім розрахункам маємо такі вихідні дані : $T = 411$ (Н·м); $d = 45$

1. Знаходимо розрахунковий крутний момент :

$$T_p = K_k \cdot T_{\text{НОМ}};$$

$T_{\text{ном}}$ – номінальний крутний момент на входному валу ($T_{\text{ном}} = 411 \text{ Н}\cdot\text{м}$);

$$T_p = 2 \cdot 411 = 822 \text{ (Н}\cdot\text{м)} ;$$

2. Вибираємо муфту пружню втулко – пальцеву по ГОСТ 21424 – 75:

3. Параметри муфти :

Зовнішній діаметр муфти : $D = 170 \text{ (мм)} ;$

Довжина півмуфти : $l = 110 \text{ (мм)} ;$

Загальна довжина муфти : $L = 225 \text{ (мм)} ;$

Кількість пальців : $z = 8 \text{ (шт)} ;$

Діаметр розміщення пальців : $D_1 = 130 \text{ (мм)} ;$

Діаметр пальця: $d_{\text{п}} = 42$

4. Перевірний розрахунок пальця на зминання :

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot T_p \cdot 10^3}{D_0 \cdot z \cdot d_n \cdot l_g} \leq [\sigma_{\text{зм}}] \quad [\sigma_{\text{зм}}] = (1,8 - 2,0) \text{ (Нм}^2\text{)} ;$$

$$\zeta_{\text{зм}} = \sigma_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot T_p \cdot 10^3}{D_0 \cdot z \cdot d_n \cdot l_g} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 10^3}{170 \cdot 8 \cdot 42 \cdot 32} = 0,45 \text{ (Нм}^2\text{)}$$

5. Перевіряємо пальці муфти на згин :

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{2 \cdot T_p \cdot l_n}{D_0 \cdot z \cdot d_n^3} \leq [\sigma_{\text{зг}}] \quad [\sigma_{\text{зг}}] = (90 - 100) \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{2 T_p \cdot l_n}{D_1 \cdot z \cdot d_n^3} = \frac{2 \cdot 411 \cdot 82}{170 \cdot 8 \cdot 42^3} = 0,7 \text{ (МПа)}$$

Отже обидві умови виконуються

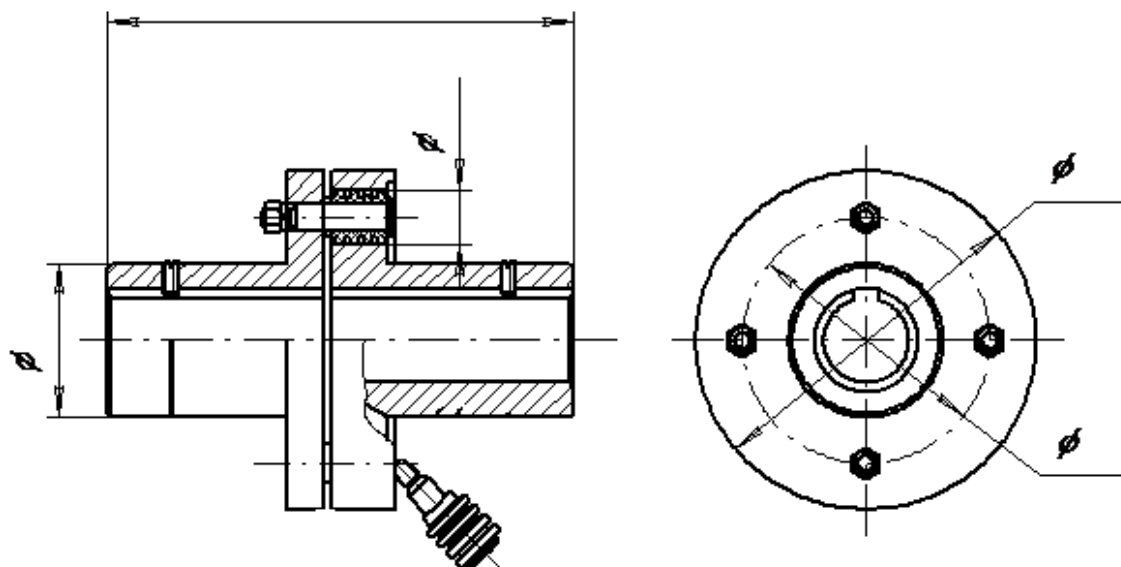


Рис. 14 Ескіз втулко-пальцева муфти.

5.7 . Розрахунок циліндричної відкритої передачі

Із кінематичних розрахунків маємо такі дані :

$$T = 9550 \frac{200}{58} = 32,931 \text{ Н}\cdot\text{м} ;$$

$$n = 58 \text{ хв}^{-1};$$

$$u_p = 0,85 ;$$

$$N_2 = 0,2 \text{ кВт};$$

1. Вибір матеріалу :

Вибираємо матеріал для шестерні і колеса:

легована сталь 50 із термообробкою – поліпшення.

Для шестерні твердість поверхні зубців : $H_1 = 210 \text{ НВ}$

Для колеса твердість поверхні зубців : $H_2 = 230 \text{ НВ}$

$$H_1 = 210 \text{ НВ} \Rightarrow \sigma_{B1} = 600 \text{ МПа}, \sigma_{T1} = 340 \text{ МПа}$$

$$H_2 = 230 \text{ НВ} \Rightarrow \sigma_{B2} = 690 \text{ МПа}, \sigma_{T2} = 350 \text{ МПа}$$

2. Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

а) Визначаємо границі контактної витривалості зубців шестерні та колеса :

$$\sigma_{H \text{ lim } b1} = 2H_1 + 70 = 2 \cdot 210 + 70 = 490 \text{ МПа} ;$$

$$\sigma_{H \text{ lim } b2} = 2H_2 + 70 = 2 \cdot 230 + 70 = 530 \text{ МПа} ;$$

б) Базу випробувань для матеріалу шестерні та колеса визначаємо так :

$$N_{H01} = 30H_1^{2,4} = 30 \cdot 210^{2,4} = 1,12 \cdot 10^7$$

$$N_{H02} = 30H_2^{2,4} = 30 \cdot 230^{2,4} = 1,39 \cdot 10^7$$

Якщо $N_{H01} < N_{HE1}$ і $N_{H02} < N_{HE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубців шестерні та колеса буде $K_{HL} = 1$

в) Допустимі контактні напруження для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $Z_R = 0,95$ (шорсткість поверхні зубців $R_a = 1,25 \dots 0,63$) та коефіцієнт запасу $S_H = 1,1$ для зубчастих коліс із однорідною структурою.

$$[\sigma_{H1}] = \frac{\sigma_{H \lim b1} \cdot Z_R \cdot K_{HL}}{S_H} = \frac{490 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,1} = 411,95$$

$$[\sigma_{H2}] = \frac{\sigma_{H \lim b2} \cdot Z_R \cdot K_{HL}}{S_H} = \frac{530 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,1} = 503,59$$

3. Проектний розрахунок передачі :

Беремо коефіцієнт ширини зубчастих вінців $K_{be} = 0,27$ відповідно розраховуємо коефіцієнт K_{bd} .

$$K_{bd} = K_{be} \cdot u / (2 - K_{be}) = 0,27 \cdot 0,85 / (2 - 0,27) = 0,13$$

Визначаємо коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині зубчастих вінців : $K_{H\beta} = 1,12$.

Для сталевих конічних коліс допоміжний коефіцієнт $K_d = 1000$ МПа.

Розраховуємо мінімальний зовнішній ділительний діаметр конічного колеса.

$$d_{e2min} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_{1H} \cdot K_{H\beta} \cdot u^2}{K_{be} \cdot (1 - K_{be}) \cdot [\sigma_{H2}]^2}} = 1000 \cdot \sqrt[3]{\frac{411 \cdot 1,12 \cdot 0,85^2}{0,27 \cdot (1 - 0,27) \cdot 503,59^2}} = 188,08$$

приймаємо число зубів шестерні : $Z_1 = 55$;

За вибраним числом зубців шестерні визначають число зубців конічного колеса:

$$Z_2 = u \cdot Z_1 = 0,85 \cdot 55 = 47 ;$$

Модуль обираємо: $m=3$

Розраховуємо діаметр зубчастого колеса :

$$d = m \cdot z = 3 \cdot 55 = 165 \text{ мм}$$

4. Попередні значення деяких параметрів передачі.

Зовнішні ділительні діаметри шестерні та колеса визначаємо :

$$d_{e1} = m \cdot Z_1 = 3 \cdot 55 = 165 \text{ мм} ;$$

$$d_{e2} = m \cdot Z_2 = 3 \cdot 47 = 141 \text{ мм} ;$$

Знаходимо зовнішню конусну відстань :

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} = 0,5 \cdot 3 \cdot \sqrt{55^2 + 47^2} = 108,52$$

Ширина зубчастих вінців :

$$b = b_1 = b_2 = K_{be} \cdot R_e = 0,27 \cdot 108,52 = 29,3 \text{ мм};$$

Знаходимо середню конусну відстань :

$$R_m = R_e - 0,5b = 108,52 - 0,5 \cdot 29,3 = 93,87 \text{ мм};$$

Знаходимо середній модуль зубців :

$$m_m = \frac{m \cdot R_m}{R_e} = \frac{3 \cdot 93,87}{108,52} = 2,6$$

Знаходимо середні ділильні діаметри шестерні та колеса :

$$d_{m1} = m_m \cdot Z_1 = 2,6 \cdot 55 = 142,73 \text{ мм};$$

$$d_{m2} = m_m \cdot Z_2 = 2,6 \cdot 47 = 122,2 \text{ мм};$$

Колова швидкість зубчастих коліс :

$$v = 0,5 \cdot \omega_2 \cdot d_{m1} = 0,5 \cdot 58 \cdot (142,73 \cdot 10^{-3}) = 0,4 \text{ м/с};$$

Виберемо 9-й ступінь точності – тихохідні передачі ($n_{ст} = 9$).

Знаходимо колову силу у зачепленні зубчастих коліс.

$$F_t = F_{Ht} = F_{Ft} = \frac{2T_2}{d_{m1}} = \frac{2 \cdot 32,931 \cdot 10^3}{142,73} = 461,45$$

5. Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому :

Розрахунок колової сили :

$$\omega_{Ht} = \left[\frac{F_{Ht}}{0,85 \cdot b} \right] \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} = \left[\frac{4469,39}{0,85 \cdot 79,006} \right] \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 1,10 = 81,99 \text{ Н/мм}$$

де $K_{H\alpha}$ – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцями ;

K_{Hv} – коефіцієнт динамічного навантаження ;

$$K_{H\beta} = 1,12; K_{H\alpha} = 1; K_{Hv} = 1,10;$$

Знаходимо розрахункове контактне напруження :

$$\sigma_H = Z_M \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\left(\frac{\omega_{Ht}}{d_{m1}} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{1+u^2}}{u} \right)} = 275 \cdot 1,77 \cdot 1,1436 \sqrt{\left(\frac{22,89}{142,73} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{1+0,85^2}}{0,85} \right)} = 316,57$$

де Z_H – коефіцієнт форми спряжених поверхонь зубців ;

Z_M – коеф. що враховує механічні властивості матеріалів зубчастих коліс

Z_ε – коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній ;

$Z_M = 275$ МПа (для сталевих коліс) ;

$Z_H = 1,77$;

$Z_\varepsilon = 1,1436$;

Отже, $\sigma_H = 316,57$ МПа, а $[\sigma_H] = 411,95$ МПа що не перевищує граничного значення.

6. Розрахунок активних поверхонь зубів на контактну міцність :

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{2 \max}}{T_2}} = 412 \cdot \sqrt{\frac{32,931}{32,931}} = 412$$

Контактна міцність забезпечується : $412 < [\sigma_{H \max}]$.

7. Розрахунок зубців на втому при згині :

$$Y_{F1} = 4,11 ; \quad Y_{F2} = 3,63 ;$$

$$Y_\varepsilon = 1 ; \quad Y_\beta = 1 ;$$

$$K_{F\alpha} = 1 ; \quad K_{F\beta} = 1,28 ; \quad K_{Fv} = 1,28 ;$$

Y_F – коефіцієнт форми зубів ;

Y_ε – коефіцієнт перекриття зубців ;

Y_β – коефіцієнт нахилу зубців (прямозуба – 1) ;

$K_{F\alpha}$ – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцями ;

$K_{F\beta}$ – коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині зуб. вінців ;

K_{Fv} – коефіцієнт динамічного навантаження зубців ;

Питома розрахункова сила :

$$\omega_{Ft} = \left[\frac{F_{Ft}}{0,85 \cdot b} \right] \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = \left[\frac{461,45}{0,85 \cdot 29,3} \right] \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 1,28 = 30,36$$

Розрахункове напруження згину в зубцях шестерні та колеса :

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m_m} = 4,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{30,36}{2,6} = 48$$

$$\sigma_{F2} = Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m_m} = 3,63 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{30,36}{2,6} = 42,39$$

σ_{F1} і σ_{F2} менші за відповідні допустимі : $[\sigma_{F1}] = 329,14 \text{ МПа}$; $[\sigma_{F2}] = 216 \text{ МПа}$;
отже стійкість зубців проти втоми забезпечується.

умова теж виконується :

$$[\sigma_{F1\max}] = 650,85 \text{ МПа} > \sigma_{F1\max} = 650,08 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{F2\max}] = 576 \text{ МПа} > \sigma_{F2\max} = 552 \text{ МПа}$$

6. Технологія виготовлення зубчастого колеса

6.1. Вибір деталі та матеріалів.

Вибір деталі базується на аналізі умов експлуатації та функціонального призначення вузла, машини чи пристрою. Під час розробки технологічного маршруту враховуються методи обробки, кріплення та базування заготовок, які забезпечують надійність їх встановлення та точність виготовлення. [18]

Для виконання операцій з оброблення деталі типу шестерня використовують наступне обладнання та інструменти:

1. **5К32А - зубофрезерний вертикальний і 5122Б - зубодовбальний вертикальний:** Вертикальні зубофрезерні і зубодовбальні верстати призначені для нарізання циліндричних зубчастих коліс з прямим і косим зубом зовнішнього та внутрішнього зачеплення за методом обкатки. Цей метод дозволяє використовувати інструмент, що за формою відрізняється від форми нарізаного зуба.

2. **Муфельна піч:** Використовується для термічної обробки деталей, у тому числі шестерень, для зміцнення матеріалу або надання певних властивостей.

3. **Зубошліфувальних верстат:** Використовується для шліфування зубів шестерень, забезпечуючи точність та гладкість поверхні.

4. **Слюсарний інструмент:** Застосовується для різноманітних ручних операцій, таких як кріплення та обробка деталей.

5. **Евольвентометр КЕУ:** Використовується для вимірювання параметрів евольвентного профілю зуба шестерні.

6. **Індикатор ИЧ - 02 кл.1:** Використовується для вимірювання точності та відхилень при обробці шестерень.

Зубчасте колесо або **шестерня** є основною деталлю зубчастої передачі. Це диск з зубами, розташованими на його циліндричній або конічній поверхні, які вступають у зачеплення з зубами іншого зубчастого колеса. Ця конструкція дозволяє передавати обертовий рух від одного вала до іншого за допомогою зубчастої передачі, забезпечуючи ефективний трансфер механічної енергії. Зубчасті колеса застосовуються в різноманітних механізмах і машинах, де потрібна точна та надійна передача обертового руху. [20]

У машинобудуванні велике зубчасте колесо з більшим числом зубів часто називають колесом, тоді як мале з меншою кількістю зубів може отримати назву шестерні. Проте у побутовому вжитку термін "шестерня" часто використовується для всіх зубчастих коліс, незалежно від їхнього розміру чи кількості зубів. Зубчасті колеса зазвичай використовуються у парах для перетворення обертового моменту та кількості обертів валів на вході та виході. Колесо, до якого подається обертовий момент ззовні, називається ведучим, а колесо, з якого момент знімається, - веденим. Якщо діаметр ведучого колеса менший, обертовий момент веденого колеса збільшується за рахунок пропорційного зменшення швидкості обертання, і навпаки. [19]

Відповідно до передавального відношення, збільшення крутного моменту буде викликати пропорційне зменшення кутової швидкості обертання веденої

шестірні, а їхній добуток - механічна потужність - залишиться незмінним. Проте це співвідношення справедливе лише для ідеального випадку, який не враховує втрати на тертя та інші ефекти, характерні для реальних пристроїв.

Шестерні використовуються в різних, складних і простих механізмах у машинобудуванні, суднобудуванні, харчовій та гірничодобувній промисловості, а також в бурових установках, залізничних вагонах, підйомних кранах, автомобільних диференціалах, коробках передач, танках, лебідках, шестеренних гідромашинах - насосах, годинах і в інших механізмах.

Матеріали для виготовлення шестерні:

Основним матеріалом для виготовлення зубчастих коліс силових передач служить термооброблена сталь. Залежно від твердості робочих поверхонь зубів, отриманої після термообробки, зубчасті колеса можна умовно розділити на дві групи:

- 1) - ≤ 350 НВ нормалізовані, покращені;
- 2) - > 45 загартовані (об'ємно і поверхнево), цементовані, ціановані, азотований.

Марка сталі: 25ХГНМ, 12ХНЗА, 35, 35Л, 45, 40Х, 40ХН, 40ХНМА, 45Л, 18ХГТ, 50ГЛ.

Механічні властивості сталі однакової марки можуть різнитися в залежності від температурного режиму відпуску під час термічного закалювання. Досягнення необхідних механічних характеристик залежить від параметрів теплової обробки, а також від максимальних розмірів сировини (діаметру або товщини заготовки).

6.2. Розрахунок припусків

Заготовку отримуємо литвом. Припуск на підрізання торців становить $3 \cdot 2 = 6$

Отже, заготовка являє собою $\varnothing 236$ мм і довжиною 86 мм.

Розрахунок загального припуску литої заготовки ведемо за найточнішим розміром Ø40H7.

Припуск на чистове розвертання:

$$2Z_{4\min} = 2(Rz_3 + D_3 + \sqrt{Tnp_3^2 + E_{y4}^2})$$

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чистовому розвертанні.

E_{y4} - похибка установки деталі під час нормального розвертання. $Rz_3 = 5$ мкм, $D_3 = 10$ мкм.

При установленні деталі $Tnp_3 = 100$ мкм, $E_{y4} = 100$.

Тоді $2Z_{4\min} = 2(5 + 10 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 312,8$ мкм, $2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_3 - T_4$

T_3 - допуск при чорновому розвертанні, $T_3 = IT8 = 39$ мкм,

T_4 - допуск при чистовому розвертанні, $T_4 = IT7 = 25$ мкм.

$$2Z_{4\max} = 312,8 + 39 - 25 = 326,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4\text{ном}} = \frac{2Z_{4\max} + 2Z_{4\min}}{2} = \frac{326,8 + 312,8}{2} = 319,8 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове розвертання:

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{Tnp_2^2 + E_{y3}^2})$$

Rz_2, D_2, Tnp_2 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому розвертанні.

E_{y3} - похибка установки деталі під час чорнового розвертання. $Rz_2 = 20$ мкм, $D_2 = 25$ мкм.

При установленні деталі в патроні $Tnp_2 = 100$ мкм, $E_{y3} = 100$.

Тоді $2Z_{3\min} = 2(20 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 372,8$ мкм, $2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3$

T_2 - допуск при чистовому розточуванні, $T_2 = IT10 = 100$ мкм,

T_3 - допуск при нормальному розвертанні, $T_3 = IT8 = 39$ мкм.

$$2Z_{3\max} = 372,8 + 100 - 39 = 433,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3\text{ном}} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{433,8 + 372,8}{2} = 403,3 \text{ мкм}$$

Припуск на чистове розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}})$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при свердлінні.

E_{y2} - похибка установки деталі під час розточування. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм.

При установленні деталі в патроні $Tnp_1 = 100$ мкм, $E_{y2} = 100$.

Тоді $2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 482,8$ мкм, $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск при чорновому розточуванні, $T_1 = IT12 = 250$ мкм,

T_2 - допуск при чистовому розточуванні $T_2 = IT10 = 100$ мкм.

$$2Z_{2\max} = 482,8 + 250 - 100 = 632,8 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{632,8 + 482,8}{2} = 557,8 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2})$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

$Rz_0 = 200$ мкм; $D_0 = 300$ мкм; $Tnp_0 = 620$ мм;

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон $E_{y1} = 100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{620^2 + 100^2}) = 2256,1 \text{ мкм}$$

Загальний припуск $2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Z_{i\text{ном}} = 319,8 + 403,3 + 557,8 + 2256,1 = 3537$ мкм

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 3,5$ мм. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{det}}{M_{zag}} = \frac{12,8}{18,9} = 0,68$$

6.3. Технологічний маршрут виготовлення зубчастого колеса

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Лиття в земляну форму .
10.1	Відлити заготовку	Ø236 мм, L=86 мм. СЧ 25 ГОСТ 1412-79
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.2	Точити пов.(2) Ø232 _{-1,0} , начорно	Різець прохідний відігнутий правий, ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.3	Точити пов.(2) Ø230h9, начисто.	Різець прохідний відігнутий правий, ВК8, В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.4	Розсвердливати отв. Ø35 ^{+0,43} , пов.(3)	Свердло Ø30, Р6М5
20.5	Розточити отв. Ø38 мм. пов. (3)	Різець розточний ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.6	Розточити отв. Ø39,7 мм. пов. (3)	Різець розточний ВК6, В×Н×L=16×25×140мм, α=95°, γ=10°, φ=45° ШЦ1

20.7	Розвернути отв. Ø39,93 пов.(3)	Чорнова розвертка Ø39,93, P6M5
20.8	Розвернути отв. Ø40H7 пов.(3)	Чистова розвертка Ø40H7, калібр пробка Ø40H7

20.9	Знятя фаску 2,5x45 ⁰ пов.(6).	Різець прохідний відігнутий правий, BK8, B×H×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
20.10	Знятя 3 фаски 2,5x45 ⁰ .	Різець прохідний відігнутий правий, BK8, B×H×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.(1) z=3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, BK8, B×H×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.2	Знятя 3 фаски 2,5x45 ⁰ .	Різець прохідний відігнутий правий, BK8, B×H×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
30.3	Знятя фаску 2,5x45 ⁰	Різець прохідний відігнутий правий, BK8, B×H×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45° ШЦ1
50	Протягувальна (УЗЗ)	Горизонтально-протяжний верстат, 7Б510 Оправка.
50.1	Протягнути шпонковий паз b=12 мм.	Протяжка шпоночна, комбінована, з виглажуючим зубом, P14Ф4; γ=15°, α _p =3°, α _к =2°, ГОСТ 9788-68

60	Зубофрезерна (УЗЗ)	5К324А Оправка, упор, прижим.
60.1	Фрезерувати зубці m= 5, z= 44	Фреза черв'ячна, m=5, z=44, коротка, ГОСТ 9324-60
70	Мийна	Мийна машина
70.1	Промити деталь	
80	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
90	Контрольна	Стіл контролера

6.4. Розрахунок операцій

6.4.1. Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 3$ мм. Подача табл. №17 $S=0,6...1,2$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=1,0$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{304}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 1^{0,4}} = 113,7 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 113,7}{3,14 \cdot 236} = 153,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=125$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 236 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 56 + 2 + 3 = 61 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 56$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 3$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{61}{125 \cdot 1,0} = 0,49 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.2 Точити пов.(2) Ø232_{-1,0}, начорно.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{236 - 232}{2} = 2$ мм.

Подача табл.. №17 $S = 0,6 \div 1,2$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_g = 1$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,4}} = 96,6 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 96,6}{3,14 \cdot 236} = 130,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=125$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 236 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 2 = 87 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=87$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{87}{125 \cdot 1,0} = 0,7 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7$ хв. – заміна різця.

Перехід 20.3 Точити пов.(2) $\text{Ø}230\text{h}9$, начисто.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{232 - 230}{2} = 1$ мм.

Подача табл.. №18 $S=0,25 \div 0,3$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_e=0,3$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} = 163,8 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 163,8}{3,14 \cdot 232} = 224,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=200$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 232 \cdot 200}{1000} = 145,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 1 = 86 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=83$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{83}{200 \cdot 0,3} = 1,38 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$t_3 = 0$ хв. – заміна різця.

Перехід 20.4 Розсвердлити отв. $\varnothing 35^{+0,43}$, пов.(3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{35 - 30}{2} = 2,5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S=0,4 \dots 0,5$ мм/об (табл.42)

Приймаємо $S_B=0,5$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл. 45)

$$V_c = \frac{55,2 \cdot d_{ce}^{0,5}}{T^{0,125} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,4}} = \frac{55,2 \cdot 35^{0,5}}{70^{0,125} \cdot 2,5^{0,2} \cdot 0,7^{0,4}} = 184,4 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість свердла (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 184,4}{3,14 \cdot 35} = 1677,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B=1600$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1600}{1000} = 175,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 6 = 92 \text{ мм}$$

l_{DET} - глибина різання $l_{DET} = 83$ мм.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 6$ мм (табл. 48)

Основний час на перехід 20.4

$$t_0 = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{92}{0,5 \cdot 1600} = 0,12 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 20.4

$t_{d1} = 0,08$ (табл. 51)

Перехід 20.5 Розточити отв. Ø38 мм. пов. (3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{38 - 35}{2} = 1,5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S=0,4 \dots 0,5$ мм/об

Приймаємо $S_B=0,5$ мм/об

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 133 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 133}{3,14 \cdot 38} = 1114,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1000}{1000} = 119,3 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 1,5 = 86,5 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{86,5}{1000 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі. $T_3 = 0,7 \text{ хв}$. – заміна різця.

Перехід 20.6 Розточити отв. $\varnothing 39,7 \text{ мм}$. пов. (3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{39,7 - 38}{2} = 0,85 \text{ мм}$.

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,3 \dots 0,5 \text{ мм/об}$, табл. №18

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,85^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} = 144,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 144,9}{3,14 \cdot 39,7} = 1162,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,7 \cdot 1000}{1000} = 124,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 2 + 0,85 = 85,85 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0,85 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{85,85}{1000 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі. $t_3 = 0 \text{ хв}$. – заміна різця.

Перехід 20.7 Розвернути отв. Ø39,93 пов.(3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{39,93 - 39,7}{2} = 0,115 \text{ мм}$.

Вибраємо діапазон подач: $S = 1,7 \dots 2,7 \text{ мм/об}$ (табл.44)

Приймаємо $S_B = 2,0 \text{ мм/об}$

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання чавуну (табл. 45)

$$V_c = \frac{15,1 \cdot d_p^{0,2}}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}} = \frac{15,1 \cdot 39,93^{0,2}}{70^{0,3} \cdot 0,115^{0,1} \cdot 2^{0,5}} = 7,74 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 7,74}{3,14 \cdot 39,93} = 61,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 60$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,93 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 38 = 124 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - глибина різання $l_{ДЕТ} = 83$ мм.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3$ мм

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 38$ мм (табл. 48)

Основний час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

Допоміжний час

$$t_{д1} = 0,1 \text{ (табл. 51)}$$

Перехід 20.8 Розвернути отв. Ø40Н7 пов.(3).

Припуск на оброблення становить $t = \frac{40 - 39,93}{2} = 0,035$ мм.

Приймаємо $S_B = 2,0$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання чавуну (табл. 45)

$$V_c = \frac{15,1 \cdot d_p^{0,2}}{T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}} = \frac{15,1 \cdot 40^{0,2}}{70^{0,3} \cdot 0,035^{0,1} \cdot 2^{0,5}} = 8,7 \text{ м/хв}$$

де $T = 70$ хв. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 8,7}{3,14 \cdot 40} = 69,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 60 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 83 + 3 + 38 = 124 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - глибина різання $l_{ДЕТ} = 83 \text{ мм}$.

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 38 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_e \cdot n_e} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

7. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту машини

Ефективна та тривала робота спроектованого обладнання можлива лише при строгому дотриманні експлуатаційних правил, своєчасному та якісному виконанні всіх процедур технічного обслуговування і ремонтно-профілактичних заходів, передбачених інструкцією з експлуатації. [21]

Особи, які мають намір займатися монтажем, наладкою, експлуатацією та обслуговуванням обладнання, повинні пройти підготовку з вивчення матеріальної частини та пройти інструктаж з техніки безпеки.

Пристрої для монтажу і наладки обладнання

Для транспортування основних вузлів нового обладнання та його компонентів на території заводу до місця встановлення використовується автотранспортувач із вантажопідйомністю 5 тонн. Для підняття та встановлення частин обладнання використовується кран-балка із вантажопідйомністю 5,5 тонн. Ці засоби є досить портативними та маневреними, при цьому не вимагають особливого підготовчого обладнання для проїзду та монтажних робочих площадок. [24]

При піднятті вантажу використовуються монтажні стропи типу ІСК-1 чотирьохточкові зі скобою, призначені для фіксації обладнання до стріли автокрану.

Для монтажу застосовуємо також наступні засоби, а саме:

- складні металеві лінійки ($\pm 0,5$ мм точність);
- металеві метри і штангенциркулі;
- будівельні рівні;
- рожкові і накидні гійкові ключі;
- вирубні електроножиці і дискові пили;

- викрутки прямі і хрестоподібні;
- свердлильну і шліфувальну машину;
- слюсарні молотки масою 300-500 гр.;
- монтажні домкрати.

Організація і технологія монтажу, експлуатації та ремонту тістомісильної машини

Машина доставляється для монтажу у розібраному вигляді. Її складають на задалегідь підготовлений фундамент або просто на підлогу цеху і закріплюють, тим самим орієнтуючи положення машини в просторі цеху. Горизонтальність встановлення перевіряється за допомогою рівня, який розміщують на обробленій поверхні основи машини.

Перед обкаткою проводять перевірку та змащують всі необхідні точки машини. За допомогою прес-масльонки контролюють щільність прилягання кришок (неточності прилягання в будь-якому місці не повинні перевищувати 1,5 мм) та функціонування механізмів блокування. Випробування машини на холостому ходу здійснюють протягом 2 годин. Після цього перевіряють всі вузли машини на нагрівання. [22]

У випадку, якщо температура певних підшипників перевищить 60°C, необхідно їх розібрати, промити гасом, насухо витерти, знову зібрати і повторно перевірити їх при роботі машини без навантаження.

Обкатку машини під навантаженням здійснюють впродовж 3-4 годин. Змащення підшипників і стаканів виконують солідолом один раз на зміну.

Перед розпочатком розбирання машини вимикають електродвигун від електромережі, демонтується огороження, і розбираються більш великі вузли.

Розбирання вузлів машини проводиться в такому порядку, щоб спочатку зняти деталі, які заважають демонтажу інших. При частковому розбиранні знімають лише ті деталі, які потребують ремонту чи заміни.

Після розбирання вузлів деталі очищують від бруду, мастила, фарби та залишків продукції. Для очищення від бруду і мастила використовують щітки, а також проводять промивання деталей гасом, зокрема, для особливо відповідальних деталей використовують бензин. Після цього деталі витирають до сухості ганчірками або обдувають стисненим повітрям і покривають тонким шаром мастила. [25]

Основними дефектами валів і підшипників є:

- а) Зношування вкладишів і шийок валів, при якому змінюється їх діаметр і форма, що веде до збільшення зазорів між підшипником і валом.
- б) Тріщини та розшарування.
- в) Подряпини, риски і задирки, які можуть виникнути внаслідок потрапляння інородних предметів в місильну камеру.

Під час загального нагляду за машиною необхідно періодично контролювати режим роботи, а також перевіряти та підтягувати всі сальникові ущільнення. Технічний огляд рекомендується проводити не рідше одного разу за два місяці. [23]

Перед тим як розпочати заміс тіста, важливо переконатися в тому, що в машині відсутні сторонні предмети та наявне необхідне огороження.

Регулярно слід проводити перевірку затяжки кріпильних деталей та підтягувати болти та гайки.

Регулярно перевіряйте на вагах точність роботи дозуючих станцій і дозаторів муки, а також переконайтеся, що дози відповідають прийнятій рецептурі.

При виникненні шуму, ударів або стуків, відразу відключайте машину, виявляйте причини цих явищ і проводьте їх усунення.

Під час переходу від одного сорту тіста до іншого або після зупинки машини очищуйте всі робочі частини, що контактують з тістом, від залишків тіста. Проводьте промивання водою та змащування рослинним маслом.

Здійснення планово - попереджувального ремонту обладнання

Ремонт обладнання у сфері харчової промисловості, зокрема хлібопекарської, важливо проводити вчасно, оскільки це необхідно для неперервного виробництва продукції. На підприємстві використовують три види ППР:

1) Огляд:

Щоденний технічний огляд на Київському дослідному хлібозаводі здійснюється щодня під керівництвом бригадира механічної групи з енергетичного відділення. Бригадир розподіляє працівників електрослужби по різних ділянках заводу, призначаючи кожному працівникові відповідальність за певну частину обладнання. Їх обов'язки включають забезпечення своєчасного змащування, налагодження, відслідковування роботоспроможності та інші технічні аспекти.

2) Поточний ремонт:

Зупинка обладнання для технічного обслуговування та ремонту проводиться за графіком простою. Працівники розподіляються на бригади або керівники механічних груп враховують їх особисті якості. Ці спеціалісти виключно займаються поточним ремонтом, не відволікаючись на інші завдання.

3) Капітальний ремонт:

Капітальний ремонт здійснюється один раз на рік. Поміж штатних працівників, участь в його проведенні беруть також спеціалісти, зосереджені на конкретному обладнанні. Це необхідно через те, що капітальний ремонт може призвести до тривалого простою обладнання, що в свою чергу впливає на загальну виробничу потужність підприємства. [27]

У разі будь-яких аварій, що призводять до вихід з ладу виробничого обладнання, всі доступні працівники беруть участь у ремонті, виконуючи невідкладні завдання.

Організацією планово-попереджувального ремонту на підприємстві керує відділ головного механіка, який знаходиться під керівництвом головного інженера. Професіонали з механічної групи відповідають за проведення ремонтних робіт безпосередньо.

8. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

8.1 Вступ

В сучасних умовах охорона праці вважається однією з ключових економічних та соціальних проблем, що стосується не лише окремого підприємства, а й взагалі держави. Якщо умови праці сприяють комфортному та безпечному виконанню завдань, це сприяє розвитку всіх аспектів людського потенціалу, надає широкі можливості для високопродуктивної та творчої діяльності, а також зменшує ризики аварій та виробничого травматизму.

Механічні ушкодження можуть виникнути, якщо працівники порушують правила техніки безпеки, проводять налаштування обладнання під час його роботи, не видаляють зайві предмети або виконують інші роботи під час експлуатації машини. [26]

У цьому розділі проведено аналіз умов праці в тістомісильному відділенні хлібопекарського заводу, з урахуванням модернізації тістомісильної машини А2-ХТТ. Враховані вимоги нормативно-технічної документації, зокрема.

Аналіз включає у себе оцінку робочого середовища, безпеки праці, вимог щодо експлуатації модернізованої тістомісильної машини та інших аспектів, що впливають на умови праці працівників в тістомісильному відділенні хлібопекарні.

8.2. Наявність шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці

Роботи з технологічним обладнанням та електроустаткуванням у хлібопекарському виробництві вважаються одними з найбільш травмонебезпечних. Вони потенційно можуть призвести до травм та нещасних випадків, тому важливо дотримуватися вимог техніки безпеки та працівникам слід ретельно ознайомлюватися з процедурами безпеки при виконанні цих робіт.

Понад 40% травм на хлібопекарському підприємстві виникають внаслідок роботи з технологічним обладнанням. Основною причиною цього є використання несправного обладнання або такого, яке не пройшло плановий огляд. Також ризик травм зростає при проведенні ремонтних робіт робітниками, які можуть бути недостатньо кваліфікованими. Важливо забезпечувати регулярний технічний огляд та планове обслуговування обладнання для підтримання його безпеки та ефективності.

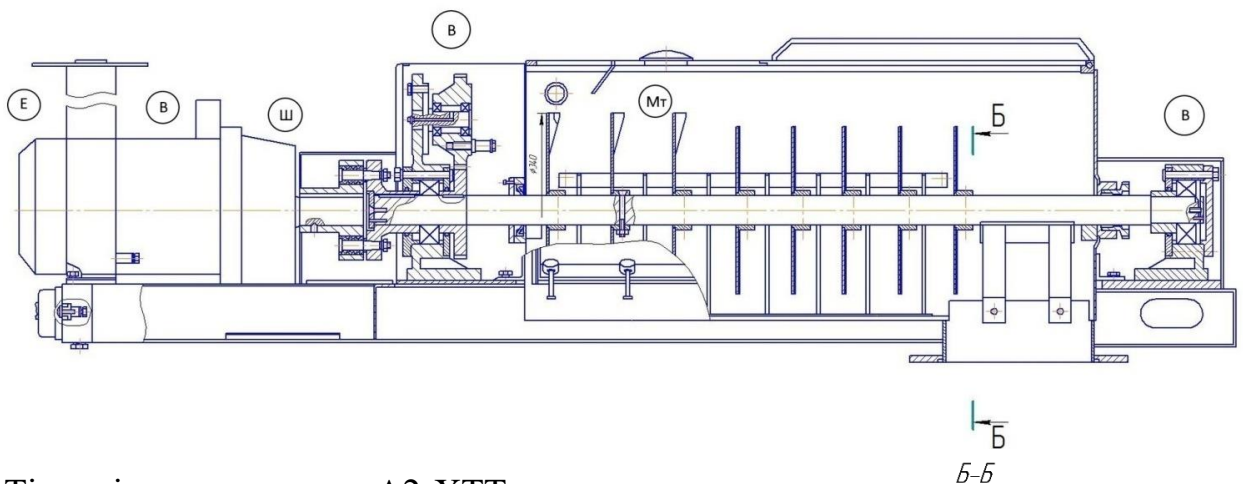
Більшість травм на хлібопекарському підприємстві пов'язані з електротравматизмом, що виникає через недостатню ізоляцію електропроводів, несправність електродвигунів та експлуатацію обладнання, яке вимагає ремонту чи заміни. Для попередження електротравм важливо регулярно перевіряти і забезпечувати належний стан ізоляції проводів, та своєчасно здійснювати ремонт і заміну електродвигунів та несправного обладнання. Оперативне реагування на виявлені несправності є ключовим для забезпечення безпеки працівників. [30]

У виробничому приміщенні присутні такі шкідливі та небезпечні фактори:

- підвищена температура повітря робочої зони;
- шум та вібрація;
- освітленості робочої зони;
- електро - та пожежонебезпека.

Більшість нещасних випадків (понад 60%) виникає через халатність робітників, несправності обладнання та організаційні причини. Зниження рівня травматизму можливе шляхом підвищення кваліфікації працівників, а також впровадження організаційних заходів на підприємстві. Важливо проводити систематичні тренінги та навчання персоналу з питань безпеки праці, а також регулярно аудитувати стан обладнання та вживати заходів щодо його своєчасного обслуговування та ремонту. Забезпечення дотримання норм та впровадження сучасних стандартів безпеки є ключовими компонентами у попередженні нещасних випадків.

8.3 Шкідливі фактори машини



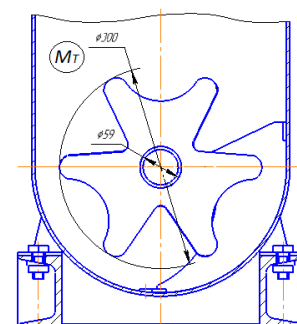
Тістомісильна машина А2-ХТТ

В – вібрація

Ш - шум

Е – електробезпека

Мт – механічні травми



8.4 Мікроклімат

Основними документами, які визначають мікрокліматичні параметри виробничих приміщень, є ГОСТ 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочих зон" та ДСН 3.3.6-042-99 "Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Створення сприятливого мікроклімату, такого як нормована температура повітря, відносна вологість і швидкість руху повітря, сприяє поліпшенню терморегуляції організму людини. Терморегуляція - це здатність людського організму регулювати теплоутворення і тепловіддачу так, щоб зберігати сталу температуру тіла незалежно від зовнішніх умов.

Відхилення окремих параметрів мікроклімату може призвести до порушення терморегуляції організму, спричинити втому, зниження уваги, простудні захворювання, а також може бути причиною нещасних випадків. Тому важливо забезпечити дотримання нормативів метеорологічних параметрів повітряного середовища.

У виробничих корпусах, де є вікна і аераційні ліхтарі, а також відсутнє видалення шкідливих газів, пари і пилу, необхідно передбачати систему періодично діючої природної вентиляції. Ця система повинна забезпечувати витяжку та подачу свіжого повітря, забезпечуючи при цьому дотримання нормативів метеорологічних параметрів повітряного середовища.

У дифузійному відділенні, де не можливе забезпечення нормативних санітарних умов через загальнообмінну вентиляцію, слід передбачити систему механічної припливної вентиляції. Нормативи параметрів мікроклімату для робочої зони дифузійної установки вказані в таблиці 8.1. Таке застосування теплоізоляції поверхні обладнання та використання вентиляційних систем допомагає зменшити негативний вплив підвищеної температури виробничого середовища на працівника.

Таблиця 8.1.

Період року	Температура,		Віднос-на во-логість, φ, %	Швид-кість руху, V, м/с
	Верхня межа	Нижня		
	Робоче приміщення			
Теплий	28	26	60	0.4...0.5
Холодний	21	19	≤75	0.3

В операторському пункті керування оптимальні параметри мікроклімату та чистота повітря забезпечуються встановленням кондиціонера типу Delonghi.

8.5 Шум та вібрація

Шум, який виникає на виробництві, є однією з найбільш поширених загальнофізіологічних негативних впливів, які можуть впливати на різні органи та системи організму людини. Ефект від шуму може включати нервові розлади, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів і функцій органів слуху та інше. Важливо відзначити, що крім шуму, при роботі машин і механізмів, які мають незрівноважені частини чи виконують зворотньо-поступальний рух, може виникати вібрація. Ця вібрація не лише негативно впливає на саме обладнання, але також може викликати зміни в роботі серцевої та нервової систем, спазми, впливати на судини та інші органи організму.

На виробництві в обов'язковому порядку повинні проводитись роботи по впровадженню заходів для зниження існуючих рівнів шуму та вібрації.

8.6 Виробниче освітлення

Освітлення виробничих приміщень є одним із основних факторів виробничого середовища, який впливає на людину в процесі праці

Недостатнє і нерівномірне освітлення робочих місць призводить до перенапруження зору, перевтомлення організму, послаблення уваги, погіршення зорової і моторної діяльності. Але і надмірний рівень освітлення має негативні наслідки.

У дифузійному відділенні присутнє природне комбіноване освітлення, яке здійснюється через односторонні бокові віконні прорізи та аераційний ліхтар, коефіцієнт природної освітленості становить 5%.

Устаткування та експлуатація електричного освітлення повинні відповідати ПУЭ “Правилам техническойэксплуатацииэлектроустановокпотребителей” та “Правилам техникибезопасности при эксплуатации электроустановок потребителей” (ПТЭ та ПТБ). У виробничих і побутових приміщеннях, а також на території підприємства рівень освітленості повинен відповідати вимогам СНиП П-4-79. “Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования”.

Аварійне освітлення потрібне для продовження роботи при відключенні загальних джерел енергії, рівень освітленості повинен бути не менше 5% від встановлених норм при системі загального освітлення.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати найменше освітлення на підлозі основних проходів і на сходах в приміщенні, рівень освітленості становить $E_{ев}=0,5$ лк.

8.7 Вимоги до виробничого обладнання.

Тістомісильні апарати мають бути обладнані електроустаткуванням і системами автоматизації, такими як силові шафи і щити управління, а також контрольно-вимірювальними приладами та пристроями для сигналізації. Зокрема, ступінь захисту електроустаткування повинен відповідати не менше IP44.

Апаратура та органи управління, розташовані на щиті, повинні бути спроектовані так, щоб виключити можливість ненавмисного пуску та зупинки обладнання, а також гарантувати негайне відключення приводів апарата та допоміжного устаткування (насосів, конвеєрів) у разі виникнення небезпеки. Для аварійних робіт всередині апарата корпус у нижній частині потрібно обладнати люками, які мають спеціальні ручки.

Обертіві та рухомі частини устаткування, небезпечні для травмування, повинні бути надійно огорожені щільним або сітчатим покриттям. Огородження має бути міцним, легким, надійно закріпленим, без ріжучих кромek і гострих кутів, і не повинно знаходитися у прямому контакті з рухомими частинами обладнання. Огородження тих місць, які потребують частого огляду, повинно легко відкриватись та швидко зніматись.

Необхідно утримувати робочі органи машин, механізмів та апаратів під кришками і щитками, які періодично вимагають огляду і очищення, в заблокованому стані. Для цього слід використовувати вимикачі з автоматичною функцією зупинки машин при піднятті кришки або щитка.

Управління апаратами потрібно здійснювати з пультів управління. Системи ручного та автоматичного аварійного відключення не повинні впливати на пристрої, чий зупин може призвести до травматичних наслідків. Вимірювальні прилади, встановлені на технологічному обладнанні, повинні відповідати чинним стандартам, мати необхідний клас точності та конструкції.

Стаціонарні контрольно-вимірювальні прилади повинні бути сконцентровані та розміщені на робочих місцях не вище двох метрів від рівня підлоги або робочої площадки. Вимірювальні шкали приладів мають бути розміщені і освітлені так, щоб їх показники були чітко видно для обслуговуючого персоналу.

Між манометром і посудиною повинен бути встановлений триходовий кран або пристрій, що його замінює і дозволяє здійснювати періодичну перевірку манометра за допомогою контрольного пристрою.

У необхідних випадках, манометр, залежно від умов роботи і властивостей середовища в посудині, повинен мати або сифонну трубку, або масляний буфер, або інші пристрої, які звільняють його від безпосереднього впливу середовища і температури та забезпечують надійну його роботу. Щити, перехідні коробки і збірні кабельні ящики потрібно пронумерувати, всі затискачі та проводи, які надходять до них, а також імпульсні лінії необхідно промаркувати.

На вторинних і первинних приладах, а також датчиках повинні бути написи, які вказують їх призначення.

Повітря для систем автоматизації повинно бути очищене від пилу, мастила і висушене від вологи.

Ремонт та регулювання контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації дозволяється проводити тільки робітникам, які призначені розпорядженням керівництва заводу, або тим, хто отримав відповідні повноваження від уповноважених осіб.

8.8 Електробезпека

Експлуатація електроустановок повинна проводитись у відповідності до вимог ПУЕ, СН 174-75, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ), РД 34.21.122-87 і «Правил защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности», «Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов» ВСН 205—84.

Експлуатація електрообладнання при наявності неполадок або при відсутності на ньому передбачених конструкцією захисних пристроїв і блокувань забороняється.

Електроустановки підприємств (електричні апарати, електродвигуни, пускорегулююча і захисна апаратура, електроосвітлювальна апаратура, електрична мережа тощо) повинні відповідати умовам і характеру

навколишнього середовища (температура, вологість, пожежо- або вибухонебезпечність).

Для підвищення рівня електробезпеки у виробничому приміщенні доцільно передбачати такі заходи:

- недоступність струмоведучих частин;
- прокладання електрокабелів під підлогою в спеціальних каналах, скрите виконання освітлювальної проводки, ізоляція струмопровідних елементів ($R_{iz} \geq 0,5 \text{ МОм}$);
- захисне заземлення всіх металевих корпусів електродвигунів, щитів живлення, мікропроцесорного контролера та ПЕОМ ($R_{з \text{ доп}} \leq 4 \text{ Ом}$);
- застосування автоматичних вимикачів від струмів короткого замикання;
- використання пониженої напруги 36 В (для аварійного освітлення щита) та 24 В (для переносного електроінструменту) в операторському пункті та виробничому приміщенні;
- застосування попереджувальної сигналізації, написів, плакатів при проведенні планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних випробувань електрообладнання;
- для ремонту та обслуговування електрообладнання допускаються спеціалісти з групою допуску не нижче І ІІ;
- проведення організаційних заходів (спеціальне навчання, атестація та переатестація осіб електротехнічного персоналу, інструктажі тощо);
- всі проводи ланцюгів електроустаткування (силові, сигналізації, управління тощо) повинні мати кольорове маркування.

Вимірювальні прилади, які встановлюють на технологічному обладнанні повинні відповідати діючим стандартам, мати необхідний клас точності та виконання.

Стаціонарні прилади контролю та вимірювань мають бути розташовані на робочих місцях на висоті не більше двох метрів від рівня підлоги або робочої

площадки. Шкали вимірювальних приладів повинні бути розміщені і освітлювані так, щоб їх показники було чітко видно обслуговуючому персоналу. Між манометром і посудиною слід встановити триходовий кран або аналогічний пристрій, який може замінити його і дозволяє проводити регулярну перевірку манометра за допомогою контрольного обладнання.

У відповідних умовах роботи та в залежності від властивостей середовища в посудині, манометр може бути обладнаний сифонною трубкою, масляним буфером або іншими пристроями. Ці заходи спрямовані на те, щоб захистити манометр від безпосереднього впливу середовища та температури, забезпечуючи надійну роботу пристрою.

Щити, перехідні коробки та збірні кабельні ящики слід пронумерувати. Всі затискачі та проводи, які підключені до них, а також імпульсні лінії, повинні бути чітко промарковані.

Ремонт і налаштування контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації можуть виконуватися лише робітниками, які призначені відповідним розпорядженням керівництва заводу.

8.9 Пожежна безпека

Пожежна безпека на підприємствах тістомісильної промисловості повинна відповідати вимогам Закону України "Про пожежну безпеку" та "Правилам пожежної безпеки в Україні". Власники підприємств мають обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, які визначені в "Правилах пожежної безпеки в Україні".

На вхідних дверях виробничих приміщень повинні бути розміщені написи, що вказують на категорію приміщення згідно з вибухо-пожежною та пожежною небезпекою, а також класи приміщення відповідно до Правил внутрішнього електроустрою (ПУЕ). Крім того, на дверях слід зазначити прізвище та посаду особи, яка несе відповідальність за пожежну безпеку.

На кожному підприємстві повинні бути розроблені загальнооб'єктова інструкція щодо заходів пожежної безпеки та інструкція для всіх вибухо-

пожежнонебезпечних та пожежнонебезпечних приміщень (дільниць, цехів, складів, майстерень тощо).

Протипожежний режим у дифузійному відділенні та в ПК забезпечується згідно вимог ГОСТ 12.1.004-85.ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» та ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні». Система запобігання пожежі передбачає:

- надійну теплову ізоляцію елементів, що мають високу температуру;
- періодичний контроль цілісності шумо- та теплоізоляції;
- наявність спеціальних місць для куріння;
- періодичне проведення інструктажів з протипожежної безпеки;
- дотримання протипожежних правил при виконанні вогняних робіт;
- наявність системи захисту від атмосферної електрики;
- дотримання вимог регламенту при роботі на випарній установці

Система пожежного захисту включає:

- наявність плану евакуації із відділення у двір заводу (два евакуаційних виходи).
- протипожежні розриви між будівлями — 15 м;
- застосування вогнестійких будівельних матеріалів (I ступені вогнестійкості);
- протипожежне водопостачання, яке розташоване біля відділень (гідранти — 3 шт.; внутрішні пожежні крани — 3 шт.);
- наявність первинних засобів гасіння пожеж (вогнегасників ВХП-10-4 шт., ВВ-5 — 3 шт.);
- аварійне відключення установок, апаратури та комунікацій.

Система пожежного захисту для пункту керування, який збудований із негорючих будівельних матеріалів I ступеня вогнестійкості, включає наступні елементи:

1. **Аварійне відключення апаратури:** Забезпечення можливості аварійного відключення електричної апаратури в разі виникнення пожежі для запобігання подальшому поширенню вогню та захисту обладнання.

2. **Автоматична система оповіщення про пожежу:** Встановлення автоматичної системи, яка виявляє наявність пожежі за допомогою димових датчиків або інших відповідних датчиків. Ця система слугує для оперативного сповіщення про пожежу та запуску процедур евакуації.

3. **Вогнегасники ВП-4 - 2 шт:** Застосування вогнегасників типу ВП-4, які призначені для тушіння початкових проявів пожеж та надають персоналу можливість швидкого реагування на пожежу.

Ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки під час пожежі та мінімізацію можливих шкідливих наслідків.

8.10. Розрахунок штучного контурного заземлюючого пристрою

Вихідні дані для розрахунку:

$d_b = 0,05$ — діаметр вертикального електрода, м;

$l_b = 3$ — довжина вертикального електрода, м;

$H_0 = 0,9$ — глибина занурення вертикального електрода, м;

$\rho = 120$ — питомий електричний опір ґрунту, Ом·м;

$b = 4 \times 40$ — прямокутна стрічка перерізом, мм;

1) визначимо електричний опір окремого вертикального електрода:

$$R_e = \frac{0.16 \cdot \rho}{l_e} \left(\ln \frac{2 \cdot l_e}{d_e} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot H_e + l_e}{4 \cdot H_e - l_e} \right), \text{ Ом,}$$

де H_b — глибина занурення середини вертикального електрода в землю, м,

$$R_e = \frac{0.16 \cdot 120}{3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2.4 + 3}{4 \cdot 2.4 - 3} \right) = 32.71, \text{ Ом.}$$

2) розрахуємо загальну довжину горизонтального електрода, що з'єднує вертикальні:

$$l_2 = a_b(n_b - 1), \text{ м}$$

де a_b — відстань між вертикальними електродами, м;

n_b — кількість вертикальних електродів, шт.

Приймаємо $n_b = 4$ шт., тоді:

$$l_2 = 6(4 - 1) = 18, \text{ м.}$$

3) оцінимо електричний опір горизонтального електрода:

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot \rho}{l_2} \ln \frac{l_2^2}{d_2 \cdot H_2}, \text{ Ом,}$$

де d_2 — діаметр горизонтального електрода, м. Оскільки електрод має не круглий, а прямокутний переріз, то $d_{2 \text{ екв}} = 0,5b$, b — ширина прямокутної стрічки, м:

$$d_{2 \text{ екв}} = 0.5 \cdot 0.04 = 0.02 \text{ м.}$$

H_2 — глибина занурення середини горизонтального електрода в землю, м:

$$H_2 = H_0 = 0,9, \text{ м,}$$

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot 120}{18} \ln \frac{18^2}{0.02 \cdot 0.9} = 11.17, \text{ Ом.}$$

4) обчислимо електричний опір заземлюючого пристрою розтікання струму:

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_6 \cdot \eta_2 + R_2 \cdot \eta_6 \cdot n_6} = \frac{32.71 \cdot 11.17}{32.71 \cdot 0.55 + 11.17 \cdot 0.78 \cdot 4} = 4.8, \text{ Ом,}$$

де η_b, η_r — відповідно коефіцієнти використання вертикальних і горизонтальних ґрунтових заземлювачів, які розташовані по контуру.

Таким чином, $R_3 = 4,8$ Ом, що не задовольняє умовам опору заземлюючого пристрою розтікання струму .

б) Приймаємо $n_b = 13$ шт., тоді:

$$l_2 = 6(13 - 1) = 72, \text{ м.}$$

5) Оцінимо електричний опір горизонтального електрода:

$$R_2 = \frac{0.16 \cdot \rho}{l_2} \ln \frac{l_2^2}{d_2 \cdot H_2}, \text{ Ом,}$$

де d_{Γ} – діаметр горизонтального електрода, м. Оскільки електрод має не круглий, а прямокутний переріз, то $d_{\Gamma \text{ екв}} = 0,5b$, b — ширина прямокутної стрічки, м,

$$d_{\text{екв}} = 0,5 \cdot 0,04 = 0,02, \text{ м,}$$

H_{Γ} — глибина занурення середини горизонтального електрода в землю, м:

$$H_{\Gamma} = H_0 = 0,9, \text{ м,}$$

$$R_{\Gamma} = \frac{0,16 \cdot 120}{72} \ln \frac{72^2}{0,02 \cdot 0,9} = 3,90, \text{ Ом.}$$

б) обчислимо електричний опір заземлюючого пристрою розтікання струму:

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_{\Gamma}}{R_6 \cdot \eta_{\Gamma} + R_{\Gamma} \cdot \eta_6 \cdot n_6} = \frac{32,71 \cdot 3,90}{32,71 \cdot 0,665 + 3,90 \cdot 0,375 \cdot 13} = 3,1, \text{ Ом,}$$

де η_{Γ} , η_6 — відповідно коефіцієнти використання вертикальних і горизонтальних ґрунтових заземлювачів, які розташовані по контуру.

Таким чином,

$$R_3 = 3,1 \text{ Ом, } R_{3 \text{ доп}} = 4 \text{ Ом,}$$

$$R_3 < R_{3 \text{ доп}},$$

що задовольняє умови опору заземлюючого пристрою розтікання струму.

Результати розрахунків: $R_3 = 3,1 \text{ Ом}$; $n_{\Gamma} = 13$ шт.; $l_{\Gamma} = 72 \text{ м}$.

9. Система управління

Впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів на заводі є одним із ключових напрямків розвитку хлібопекарської промисловості, спрямованим на підвищення продуктивності праці.

Впровадження комплексної механізації та автоматизації на основі досягнень сучасної техніки і технології позначиться на підвищенні ефективності виробництва в хлібопекарській галузі. Це також призведе до підвищення рівня продуктивності праці, покращення якості виробів та умов праці працівників на всіх ділянках виробництва.

Автоматизація виробничих процесів в сучасному виробництві відіграє ключову роль та має велике значення, що впливає з загального напрямку технічного розвитку різних галузей народного господарства. Практика функціонування автоматизованих підприємств переконливо демонструє ефективність застосування цих технологій.

Харчовій промисловості притаманні особливості, які роблять актуальними та економічно доцільними процеси автоматизації виробництва:

- а) широкий розвиток в технологічному виробництві безперервних процесів;
- б) масові впровадження безперервних потокових ліній по виготовленню виробів і їх розфасовка, упаковка, оформлення;

Використання вимірювальних пристроїв – приладів, вимірювальних, перетворюючих та інших технічних засобів – сприяє технологічному прогресу, росту продуктивності праці та підвищенню культури виробництва.

Широкому впровадженню автоматизації в вітчизняній харчовій промисловості сприяє ряд факторів. В їх числі безперервність, комплексна механізація технологічних процесів, великі об'єми виробництва.

Асортимент приладів загальноприйнятого призначення відзначився значними якісними та кількісними змінами. Був впроваджений серійний випуск приладів за стандартами Державної системи приборів (ДСП), яка відрізняється

підвищеною надійністю, уніфікованими габаритами і стандартизованими величинами вихідних сигналів.

Локальні системи, спрямовані на управління окремими агрегатами, широко використовуються в різних галузях. Особливо поширені стали автоматичні локальні системи управління. Їх впровадження призводить до підвищення продуктивності праці та дотримання правил безпеки.

Під час вибору системи автоматизації та керування було враховано структурні і алгоритмічні особливості, а також умови роботи та вимоги до якості роботи проектованої системи.

При врахуванні вихідних даних були враховані такі аспекти, як локальність системи, потреба в серійності та однорідності обладнання, невелика інерційність об'єкта, висока частота збурень, необхідність дистанційної передачі сигналів, високі вимоги до якості роботи та зручність зв'язку з управляючими обчислювальними пристроями.

Схема автоматизації включає:

- локальне та дистанційне управління електроприводами та клапанами;
- моніторинг і аварійна сигналізація при відхиленні параметрів від заданого значення;

Керування електроприводами на місці в даній схемі здійснюється за допомогою кнопок керування, а дистанційне керування здійснюється за допомогою кнопок, розміщених на щиті.

Управління розробленою машиною здійснюється з пульта керування, що дозволяє віддалено контролювати роботу машини. В системі передбачено електроблокування, і при його спрацюванні лампа відключеної ділянки на пульті гасне. Також передбачена аварійна сигналізація для виявлення та реагування на позаштатні ситуації.

10. Охорона довкілля

Сучасні тенденції у розвитку окремих галузей харчової промисловості свідчать про те, що аспекти виробництва, споживання та якості продукції є нерозривно пов'язаними із питаннями "екологізації виробництва" та "екологізації технологій".

Екологізація виробництва – це науковий процес, спрямований на постійне впровадження системи технічних, організаційних та інших рішень, які сприяють підвищенню ефективності використання природних ресурсів та поліпшенню або збереженню якості природного середовища на локальному, регіональному та глобальному рівнях.

Екологізація технологій включає в себе розробку і впровадження виробництва технологій, які при максимальному суміщенні продукції високої якості забезпечують збереження екологічної рівноваги в навколишньому середовищі та природному кругообігу речовин і енергії, не допускають забруднення середовища.

Основи екологізації включають розробку та впровадження маловідходних, енергетичних та ресурсозберігаючих технологій, зокрема, для очищення опрацьованого повітря та стічних вод. Цей підхід до екологізації технологічного циклу враховує соціальні, екологічні та економічні принципи.

Хлібопекарська промисловість відноситься до матеріалоемних галузей, оскільки вона використовує значну кількість природних ресурсів, сировини, водних та паливно-енергетичних ресурсів. Кожне з підприємств у галузі харчового виробництва в певній мірі спричиняє забруднення навколишнього середовища через викид шкідливих речовин у атмосферу, утворення стічних вод і накопичення твердих відходів.

Серед галузей і виробництв промислового циклу, харчова промисловість займає 14-те місце за рівнем забруднення навколишнього середовища.

Харчові виробництва відповідають за до 10% стічних вод промислових підприємств.

Опікунство за докільям на підприємствах хлібопекарської промисловості включає в себе проведення заходів для виявлення джерел забруднення та їх подальшу утилізацію.

Підприємства хлібопекарської промисловості можуть бути джерелами забруднення атмосфери та водойм.

Екологічне обґрунтування доцільності встановлення нової машини.

Проект передбачає встановлення нової тістомісильної машини на лінію виробництва батонів. Нововведення, використані при заміні вказаного обладнання, не мають негативного впливу на зміну викидів шкідливих речовин та сприяють зменшенню енерговитрат при приготуванні кожної одиниці хлібобулочного виробу.

Усі наведені вище переваги безпосередньо пов'язані із станом навколишнього середовища. Наприклад, вироблення електричної енергії, що використовується у сконструйованому обладнанні, на електростанціях часто супроводжується викидами в навколишнє середовище шкідливих газів і відходів.

Характеристики викидів підприємства

Викиди промислових підприємств розділяються на неорганізовані і організовані.

Неорганізовані викиди – це викиди газів, парів пилу та стічних вод, які утворюються в результаті нещільностей в апаратах, установках, трубопроводах, комунікаціях, а також через вікна та двері, особливо при відкритих процесах завантаження і розвантаження продуктів або при недбало організованому транспортуванні. Ці викиди стають особливо небезпечними для повітряного середовища, якщо вони містять рідкі та газоподібні речовини, утворені при порушенні технологічних процесів та інших обставинах.

Організовані викиди – це викиди, які відводяться від місць їх утворення за допомогою повітропроводів, газоходів (димових труб, шахт), спеціально влаштованих для відведення відпрацьованих газів, парів або інших шкідливих речовин в атмосферу. Цей процес контролюється та регулюється відповідно до встановлених норм та стандартів для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Викиди в атмосферу харчовими підприємствами можна поділити так:

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

У хлібопекарських печах переважно використовують природний газ або енергоносії для обігріву. На булочно-кондитерському комбінаті також застосовують природний газ для забезпечення теплової енергії у виробничих процесах.

На хлібокомбінаті характерними організаційними викидами є борошняний та цукровий пил, відпрацьовані гази, гази, які відводяться з компресорно-повітряних установок для отримання стисненого повітря, призначеного для аерозольного транспорту борошна. Під час бродіння тіста виділяється діоксид вуглецю, який містить етиловий спирт, альдегіди та складні ефіри. Для уловлення парів етилового спирту та домішок газу бродіння проходять через спиртові вловлювачі. В сучасний час на більшості заводів діоксид вуглецю використовується як вторинний матеріальний ресурс та направляється в атмосферу, а не в цех готової продукції.

Для контролю за стоками атмосфери розроблені спеціальні санітарно-гігієнічні норми. Основною фізичною характеристикою домішок у атмосфері є їхні концентрації в одиниці об'єму повітря і вимірюються в міліграмах на кубічний метр (мг/м^3) при нормальних умовах.

Визначають максимальну разову гранично допустиму концентрацію (МРГДК) речовин у повітрі, що вказує на максимально припустиму концентрацію речовини протягом короткочасного періоду (зазвичай вимірюється в мг/м³).

Також встановлюється середньодобова гранично допустима концентрація (СДК), яка вказує на середню концентрацію речовини у повітрі протягом доби (теж вимірюється в мг/м³).

Обидві ці норми служать для контролю за рівнем забруднення атмосфери та забезпечення охорони здоров'я населення..

В таблиці 10.1. наведені значення ГДК деяких найбільш характерних забруднювачів атмосферного повітря.

Табл.10.1.Значення деяких найбільш характерних забруднювачів атмосферного повітря

Речовина	Клас небезпеки	Гранично – допустимі концентрації, мг/м ²	
		ГДК мР	ГДК сд
NO	2	0,085	0,04
CO	4	5,0	3
SO	3	0,5	0,05
Хлор	2	0,1	0,03
Озон	1	0,16	0,003
Аміак	4	0,2	0,04
Спирт:			
Метиловий	3	1	0,5
Етиловий	4	5	5
Пил:			
Борошняний	4	0,5	0,150
Цукровий	4	0,5	0,5
	1	-	1*10 ⁻⁶

Бенз – (а) - пірен			
-----------------------	--	--	--

Характеристика скидів

Відходи стічних вод хлібокомбінату, що використовуються у виробничому циклі та призначені для спуску у водойми або каналізацію, складають складну фізико-хімічну систему. У цих водах затримуються не лише розчинні частки, але й частки різного ступеня дисперсності, які можуть варіювати від 10^{-3} до 10^{-2}

метра. Крім твердих часток, у складі цих вод може бути значна кількість різних забруднювачів, включаючи розчинні органічні та неорганічні речовини.

Стоки хлібокомбінату становлять багате середовище для активних мікроорганізмів. Вони відрізняються наявністю зважених часток на рівні 150 мг/л, рН у межах 6,0–7,0, повним біологічним споживанням кисню (БС) в діапазоні 500–700 мг O₂/л і хімічним споживанням кисню (ХС) від 600 до 800 мг O₂/л.

Виробничі стоки комбінату повинні відповідати вимогам щодо уникнення впливу на роботу каналізаційних систем і споруд, щоб уникнути корозії або відкладенню осадків. Крім того, концентрація зважених часток у стоках не повинна перевищувати 500 мг/л, а рН має знаходитися в межах від 6,5 до 8,5.

Каналізаційні системи міст також вимагають, щоб стічні води з заводу були повністю очищені перед тим, як вони потраплять у ці системи. Зазвичай це включає механічну очистку через сита та подальший процес біологічної очистки. Іноді може виникати необхідність у видаленні жирових речовин перед тим, як стічні води потраплять у міську каналізацію.

У таблиці 10.2 наведені дані про кількість стічних вод, які утворюються на одиницю продукту.

Табл.10.2. Дані про кількість стічних вод, які утворюються на одиницю продукту

Підприємство	Одиниця продукції	Система водопостачання	Середньорічна кількість стічних вод, що спускаються у водойми на од. продукції.
--------------	-------------------	------------------------	---

			Підлягають очищенню		Всього
			виробничі	побутові	
Х/З продуктивністю 126 т/доб.	1 тонна виробів	прямоточна	0,83	0,35	1,18
30	1 тонна вир.	прямоточна	1,89	0,98	2,87
Х/З з кондитерським цехом 46 т/доб.	1 тонна виробів	прямоточна	1,7	0,79	2,49
40	1 тонна вир.	прямоточна	1,93	1,21	3,14

Відсутність своєчасної та повної переробки вторинних матеріальних ресурсів та відходів виробництва може призвести до їхнього псування та інфікування. Головне наслідок – негативний вплив на навколишнє середовище. Зокрема, ступінь забруднення стічних вод може різко збільшитися, що може бути пов'язано із збільшенням собівартості продукції.

Висновки

У даному дипломному проекті на основі вихідних даних, таких як продуктивність, об'єм місильної камери та час замісу, були розраховані основні параметри апарату. Для покращення ефективності була запропонована модернізована конструкція тістомісильної машини безперервної дії. Одним із ключових змін в її конструкції було встановлення лопатей-хрестовин замість дискових робочих органів. Це вдосконалення мало на меті підвищення коефіцієнта корисної дії, скорочення тривалості виробничих циклів, зменшення витрат сировини та, що найважливіше, покращення якості вихідного продукту.

Запропонована модернізація тістомісильної машини виявилася успішною, оскільки вона дозволила підвищити якість і швидкість готування тіста через встановлення нових місильних органів. Крім того, ця модернізація призвела до зменшення споживання електричної енергії на процес замісу тіста завдяки застосуванню раціональної конструкції робочих органів.

Література

1. 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.
2. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств: підручник / І. Г. Бабанов, О. М. Гавва, О. І. Бабанова та ін. – Київ: Сталь, 2015. – 600 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За ред. проф. І. Ф. Малєжика. Підручник. – К.: НУХТ, 2003. – 400с.
4. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін.; за ред. В.Г. Мирончука. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
5. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.
6. Заплетніков І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / І. М. Заплетніков, В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев ; Нац. ун-т харч. технол., Донец. нац. ун-т екон. і торг. — К. : ЦУЛ, 2012. — 344 с.
7. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст] : підручник / В. Г. Мирончук, І. С. Гулий, М. М. Пушанко та ін. ; за ред. В. Г. Мирончука. – 2-ге вид., перероб. і доп. — Вінниця : Нова книга, 2007. — 648 с.
8. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : приклади і задачі : навч. посіб. / І. Ф. Малєжик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін. ; за ред. І. Ф. Малєжика ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2015. — 386 с.
9. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : Підруч. / І. Ф. Малєжик, П. С. Циганков, П. М. Немирович, О. С. Марценюк ; Ред. І.Ф. Малєжик. — К. : НУХТ, 2003. — 400 с.
10. Сидоров Ю. І. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості [Текст] : навч. посіб. / Ю. І. Сидоров, В. І. Чуєшов, В. П. Новіков. — Вінниця : Нова книга, 2009. — 816 с.
11. 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

12. Ситник І.О., Климнюк С.І., Творко М.С. Мікробіологія, вірусологія, імунологія. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2009. - 295 с.
13. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Герасименка. — К.: Фірма «ІНКОС», 2006
14. Batt C.A. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition) / C.A. Batt. — Elsevier, 2017. — 110 p.
15. Brennan J. G.. Food Processing Handbook, 2nd Edition / James G.B., Alistair S.G. — Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. — 826 p.
16. Fellows P. Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition / P. Fellows. — CRC Press, 2000. — 591 p.
17. Kunze W. Technology Brewing And Malting. 5th English Edition / W. Kunze. — VLB Berlin. — 935 pages
18. Lelieveld H. Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition) / H. Lelieveld, J. Holah, D. Gabrić. — Elsevier, 2016. — 736 p.
19. Naumenko N. History of Food Science / N. Naumenko N. — Kyiv, NUFT. — 2014. — 199 с.
20. Ralko O. The restructuring and organisational development in the food industry in Ukraine // Restructuring: theory and practice : [monograph] / [Tetyana Mostenska, Iryna Fedulova, Virginija Jurėnienė (scientific editors)]. — Kyiv – Kaunas – Szczecin: National University of Food Technologies, Institute of World Economy and International Relations, University of Szczecin, Vilnius University. — Kyiv: Kondor, 2012. — P. 171–195.
21. Toledo R.T. Fundamentals of Food Process Engineering. Third Edition / R.T. Toledo. — Springer, 2007. — 585 p.
22. Yiu H. Hui. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. / H. Hui Yiu. — CRC Press, 2006. — 928 p.
23. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — Київ: НУХТ, 2014. — 530 с.
24. Домарецький В.А. Технологія солода та пива: Підруч. / В.А. Домарецький. — Київ: Інкос, 2004. — 426 с.
25. Мостенська Т. Збалансування продовольчого ринку в контексті забезпечення продовольчої безпеки: монографія / Т. Мостенська. — Київ: Кондор-Видавництво, 2015. — 283 с.
26. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — Київ: Упаковка, 2010. — 744 с.
27. Скопенко Н.С. Інтеграційні процеси в харчовій промисловості України: сучасна концепція розвитку: монографія / Н.С. Скопенко, Т.Л. Мостенська. — Київ: Кондор, 2015. — 392 с.
28. Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підручник / Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. — Київ: НУХТ, 2010. — 547 с

29. Безпека життєдіяльності [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів усіх напрямів підготовки бакалаврів денної та заочної форм навчання / уклад. О. П. Слободян, В. А. Заєць, С. О. Авдієнко, Л. П. Нещадим. - К. : НУХТ, 2013. – 51 с.

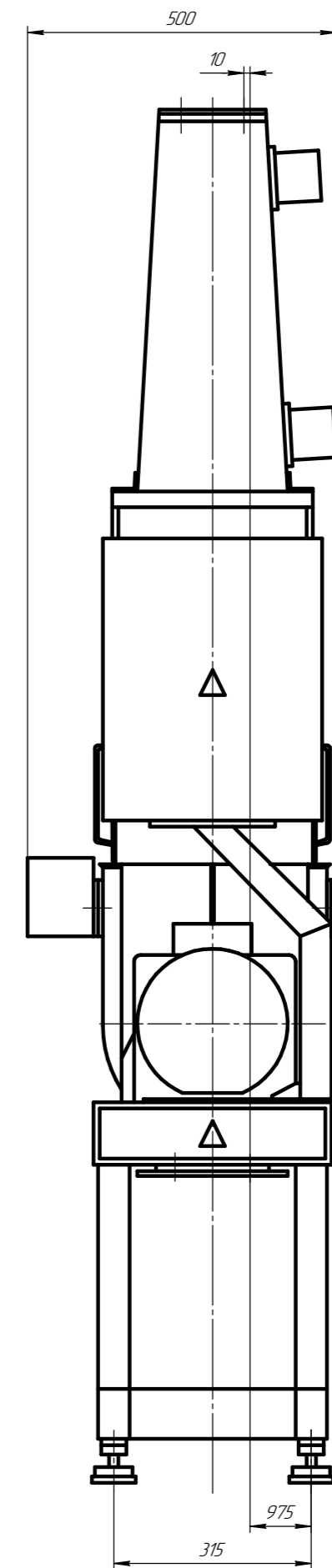
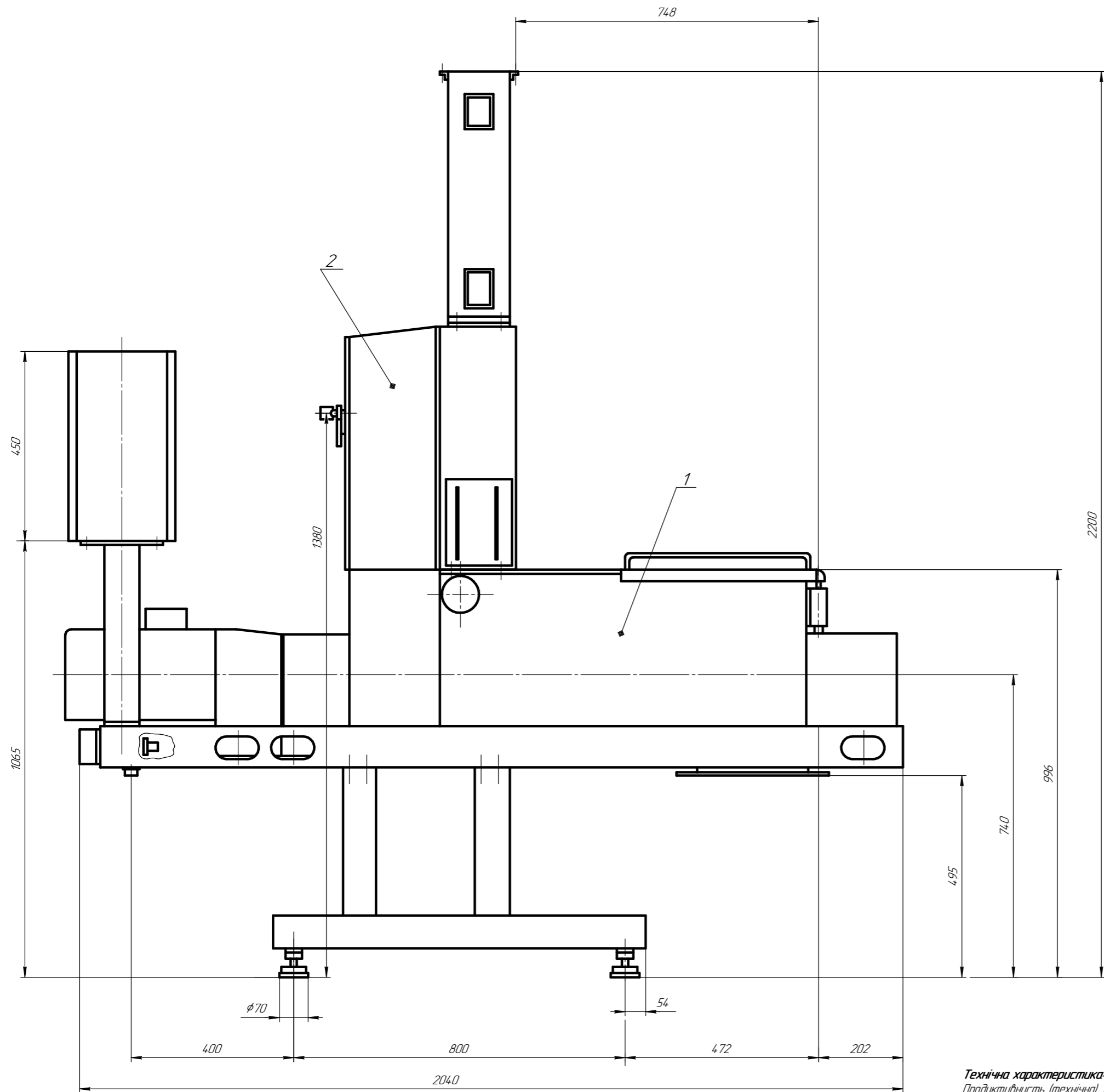
30. Основи охорони праці [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання / В. С. Гуць, С. Д. Коваленко, О. В. Євтушенко та ін. – К. : НУХТ, 2016. – 97 с.

31. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин [Текст]: Підруч. / В. Т. Павлице. — К.: Вища шк., 1993. — 556 с. — рекомендовано кафедрою. — ISBN 5-11-004099-1.

Додатки

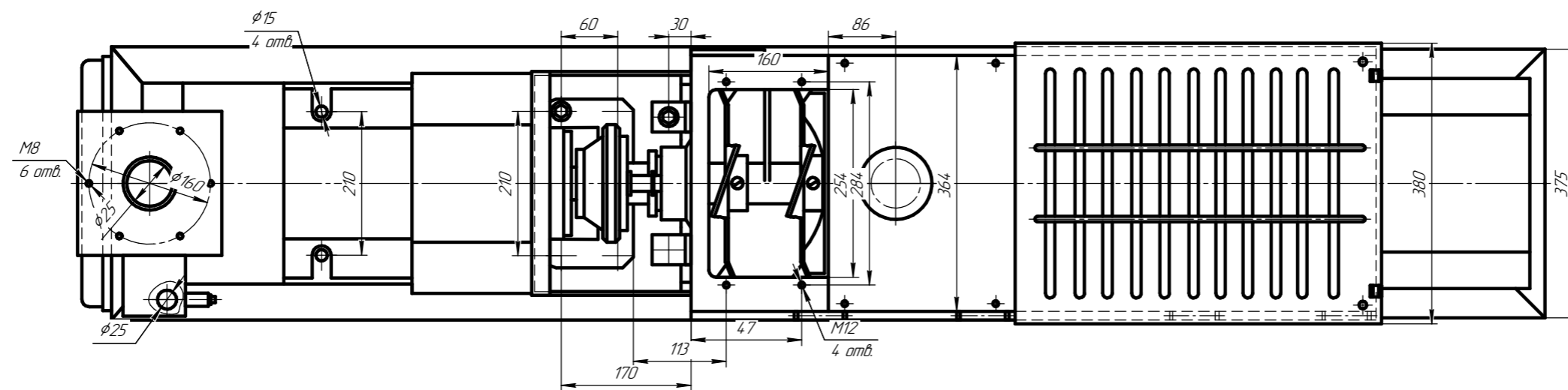
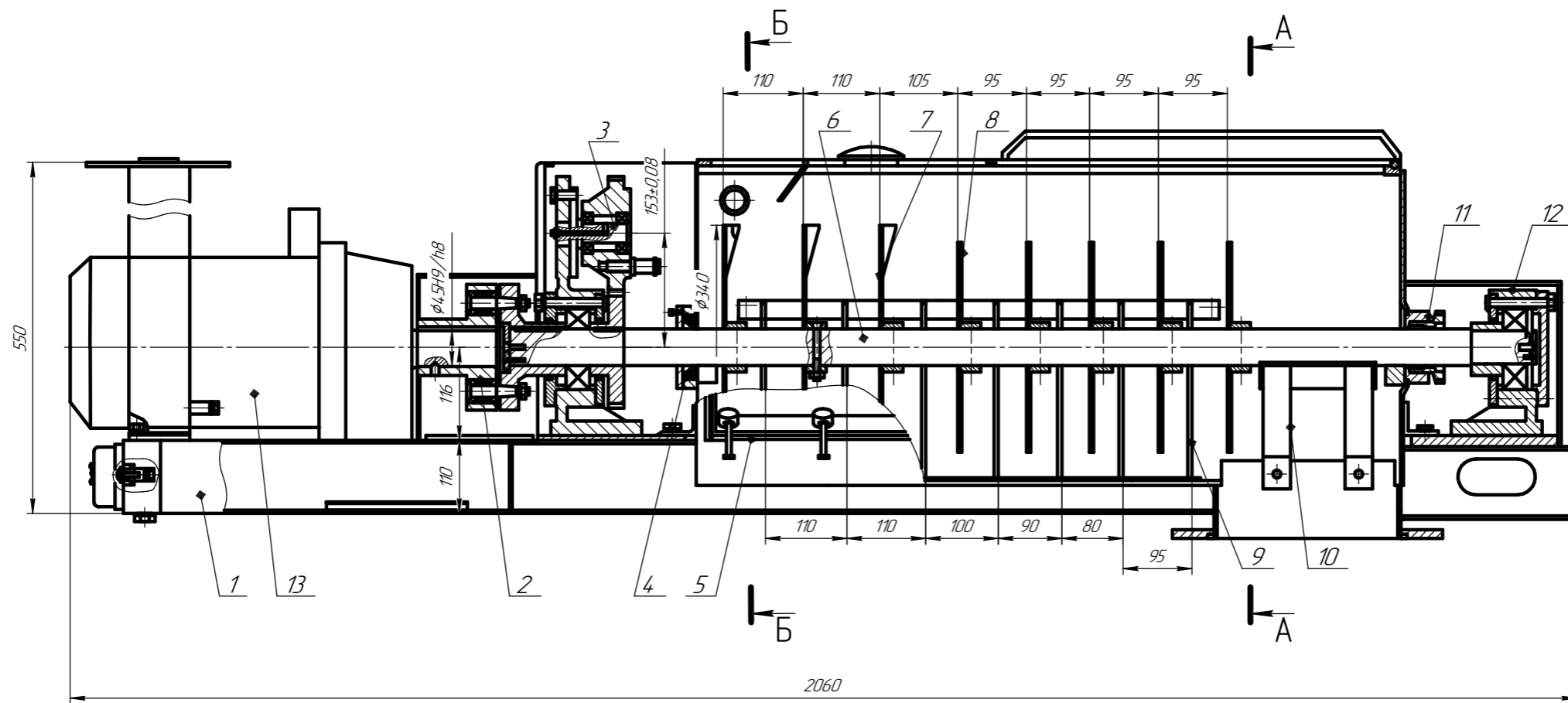
	<i>Технічне узгодження Теличкун Ю.С.</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа НУХТ</i>	<i>Розробник документа Байденко Д.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва Додатки</i>	<i>191991.KP.09.013.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>	<i>Аркуш 92</i>

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Прим.		
				<u>Документація</u>				
A 1			191991.KP.09.01.000	<u>Складальне креслення</u>				
				<u>Складальні одиниці</u>				
		1	191991.KP.09.01.001	Рама	1			
		2	191991.KP.09.01.002	Муфта	1			
		3	191991.KP.09.01.003	Підшипниковий вузол	1			
		4	191991.KP.09.01.004	Ущільнення	1			
		5	191991.KP.09.01.005	Корпус	1			
		6	191991.KP.09.01.006	Ущільнення	1			
		7	191991.KP.09.01.007	Лопать місильна	3			
		8	191991.KP.09.01.008	Лопать-хрестовина місильна	5			
		9	191991.KP.09.01.009	Контрлопать	7			
		10	191991.KP.09.01.010	Ніж	1			
		11	191991.KP.09.01.011	Ущільнення	1			
		12	191991.KP.09.01.012	Підшипниковий вузол	1			
				<u>Стандартні вироби</u>				
		13		Гвинт М8 75 ГОСТ 17475-80	8			
		14		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	8			
		15		Шпонка 14 9 58 ГОСТ 10748-70	2			
				<u>Покупні вироби</u>				
		16		Двигун-редуктор АИР 90 L4	1	N=2,5 кВт n=58		
Відповідальна організація НУХТ			Технічне узгодження Теличжун Ю.С.		Вид документа Специфікація		Статус документа	
Власник документа НУХТ			Розробник документа Байденко Д.Р.		Назва, додаткова назва Блок замішування складальне креслення		191991.KP.09.01.000СП	
			Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.		Дата видання	
					Мова UA		Аркуш 94	

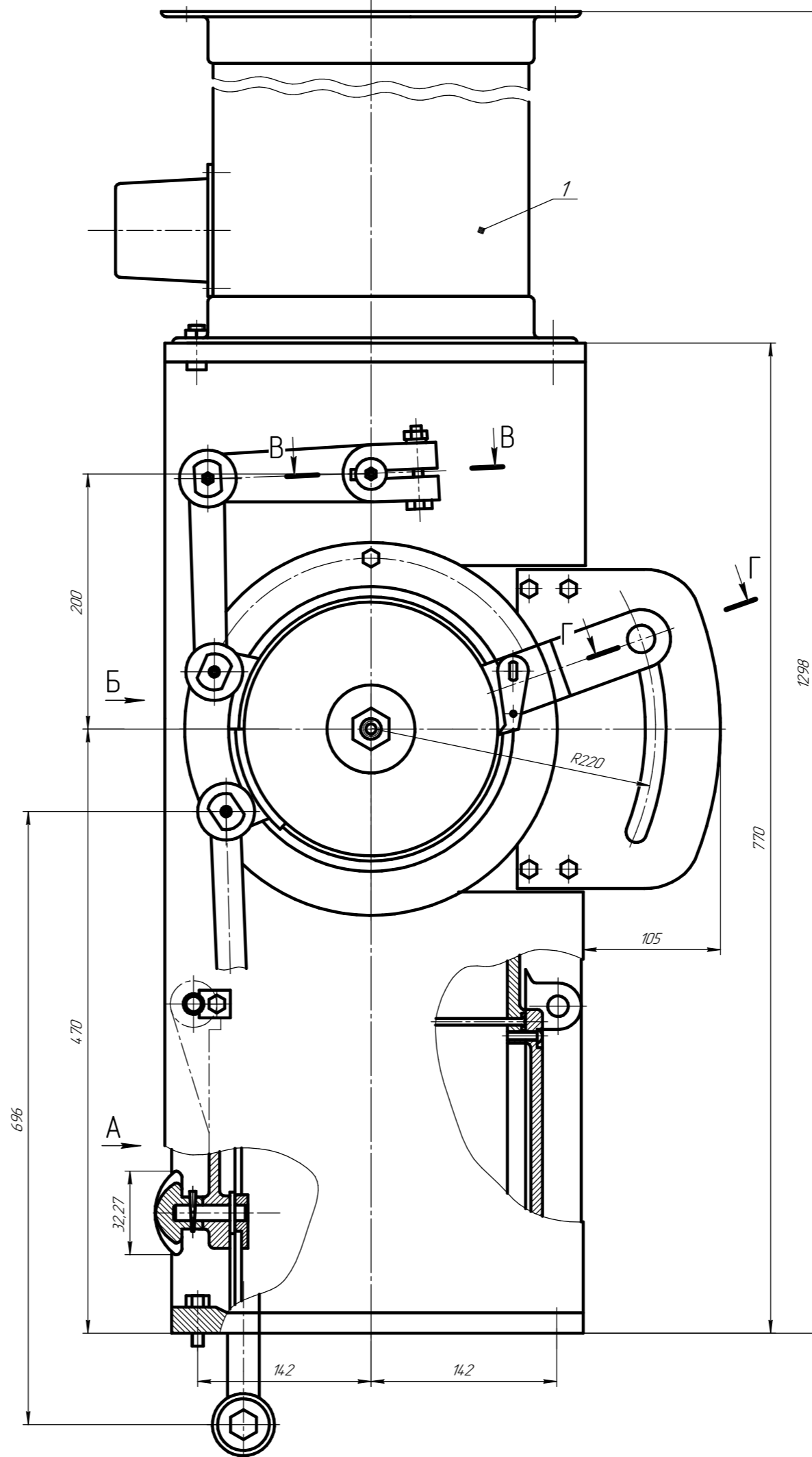
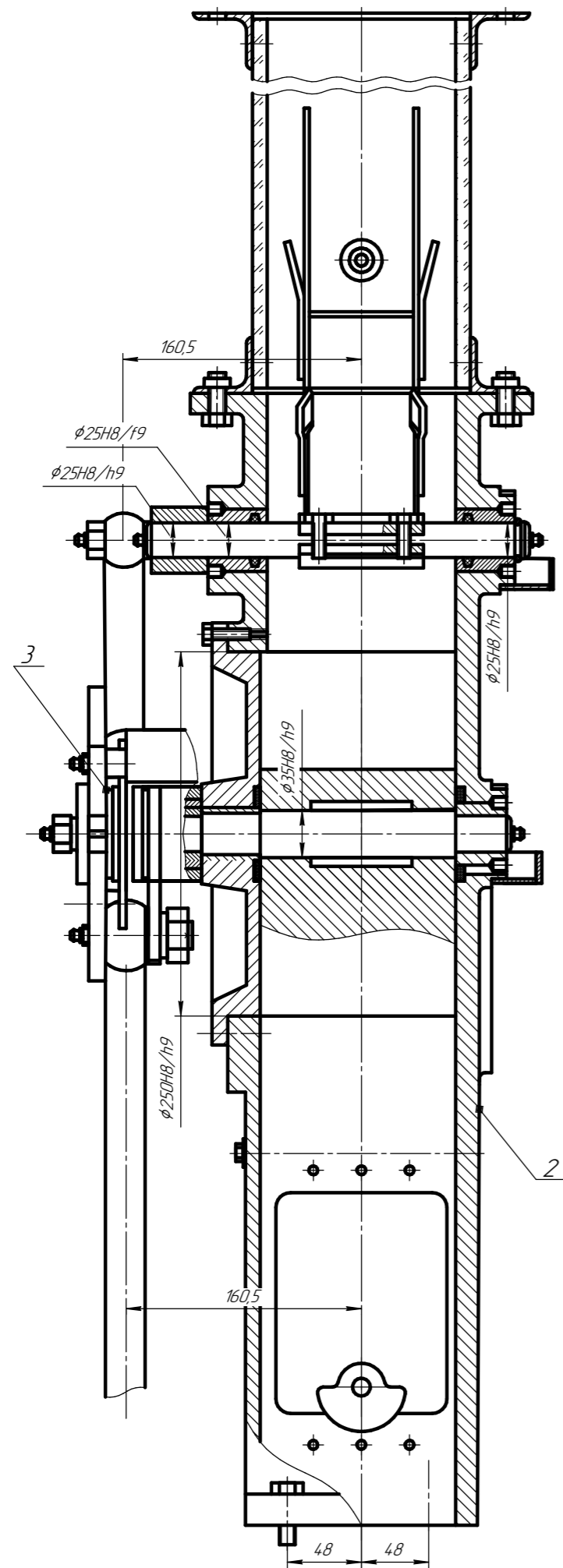


Технічна характеристика:
 Продуктивність (технічна), кг/год не менше 1300
 Вологість зам'януваного тіста % 4,2 ... 4,4
 Встановлена потужність привода, кВт 2,5
 Габаритні розміри, мм 2040x500x2200

Відомою організація НХП	Технічне узгодження Тельпжун КС	Розробник документа Байденко Д.Р.	Документ затверджено Габдра О.М.	Масштаб 1:5
Власник документа НХП, ЗОХ-4-1	Вид документа Найда, додаткова нада Машина тістотомісна Вигляд загальний	Співпраця документа 191991КР.09.013.01		
Ім'я І.В.	Дата видання 10	Місце 10	Архив 1/1	

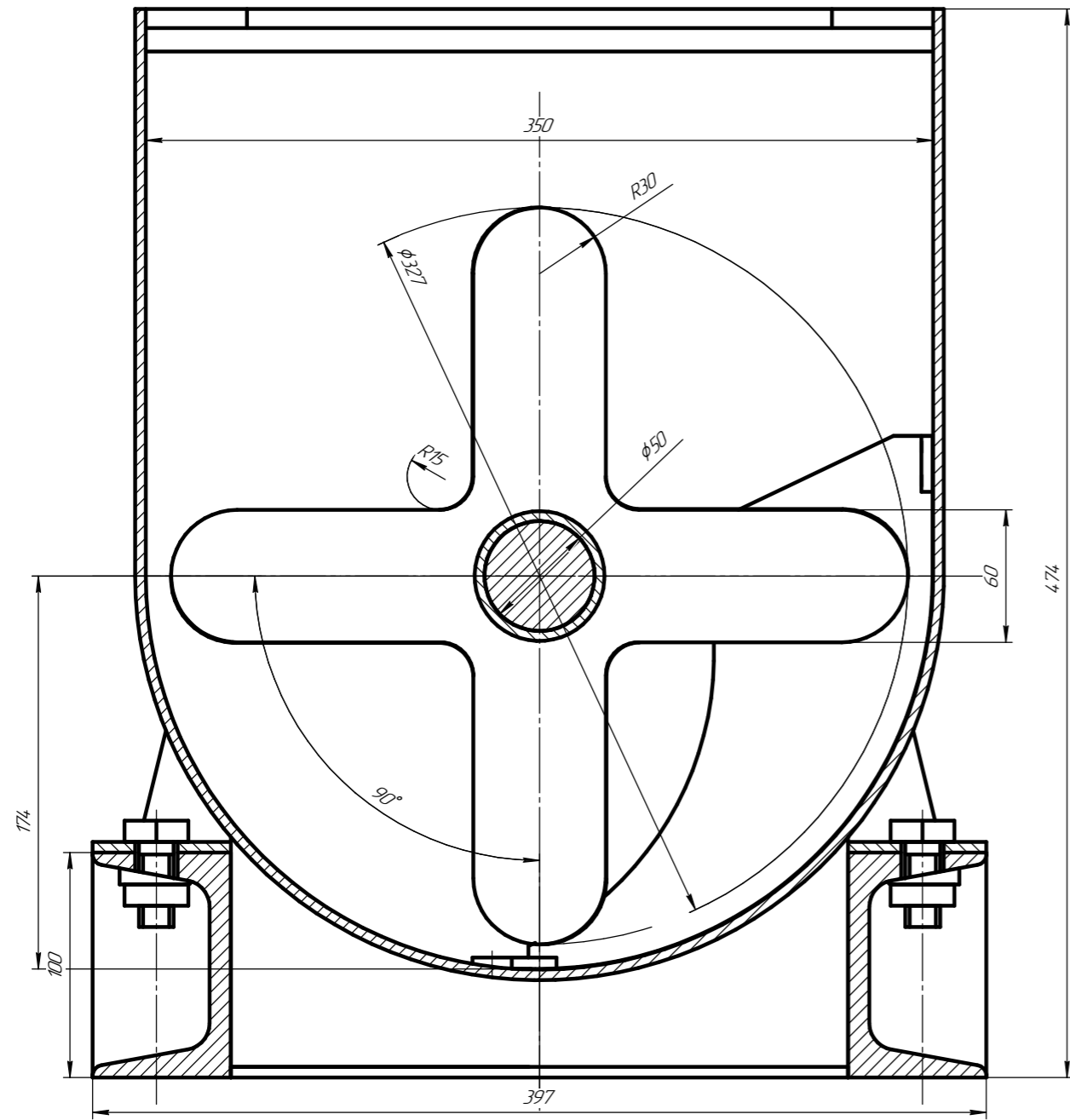


Відомості організації НХТ	Технічне узгодження Телешкин Ю.С.	Розробник документа Байдюк Д.Р.	Документ затверджено Габда О.М.	Масштаб 1:1
Власник документа НХТ, ЗОУ-4-1	Вид документа Валок заливний		Співпраця документа	
Назва, дата видачі нароб Блок замищувачня складальне креслення		191991КР.09.013.02		
№ докум.	Дата видання	№	Архив	Лист 1/1

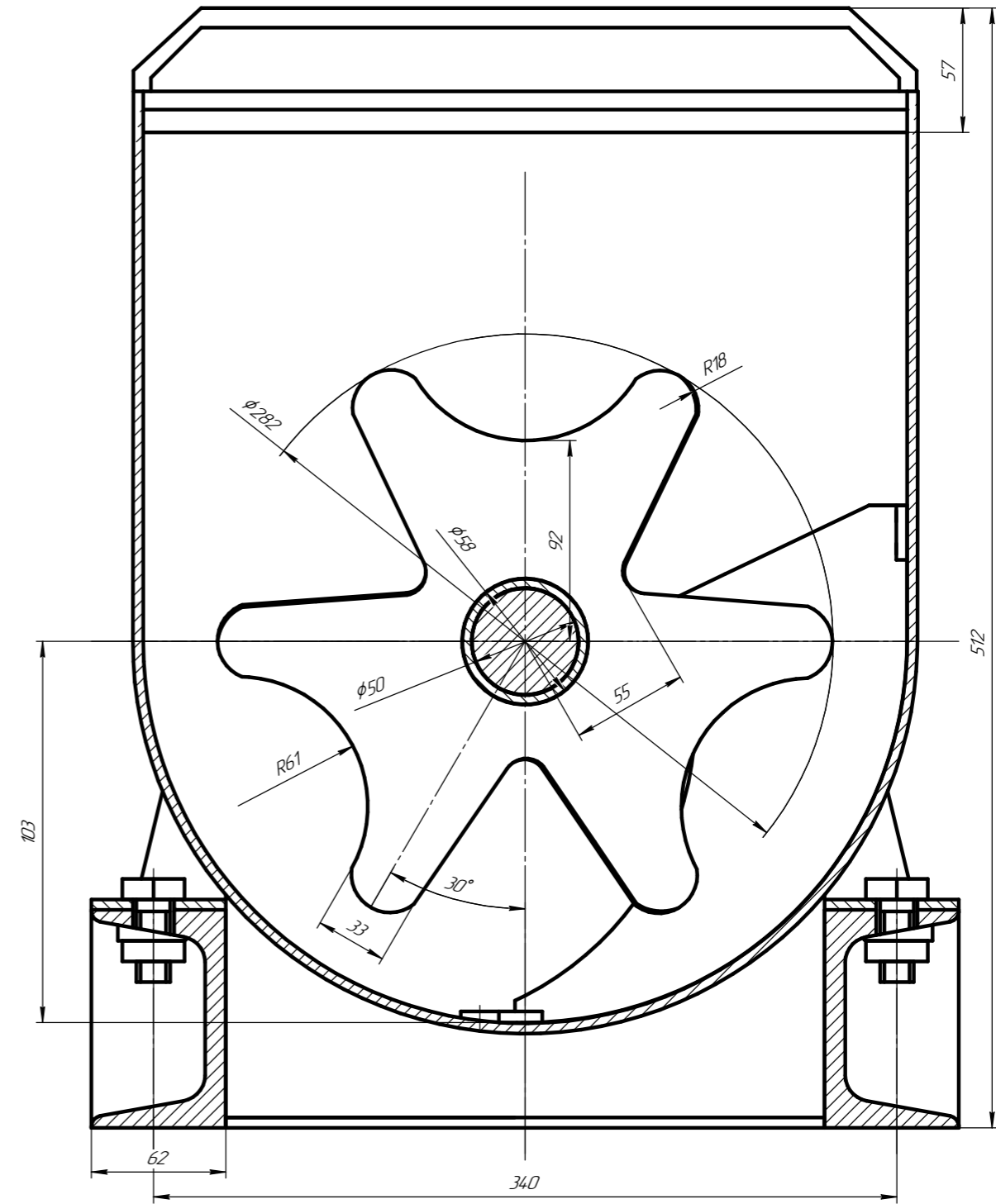


Відомо про організацію НХК	Технічне узгодження Теліжкін Ю.С.	Розробник документа Байдюк Д.Р.	Документ затверджено Габда О.М.	Масштаб 1:2
Власник документа НХК, ЗОХ-4-1	Вид документа Набір деталей нашої Дозатор складальне креслення	Стиль документа 191991КР.09.013.03		
	№ зм.	Дата видання	Місяц	Квартал
	10	10	10	1/1

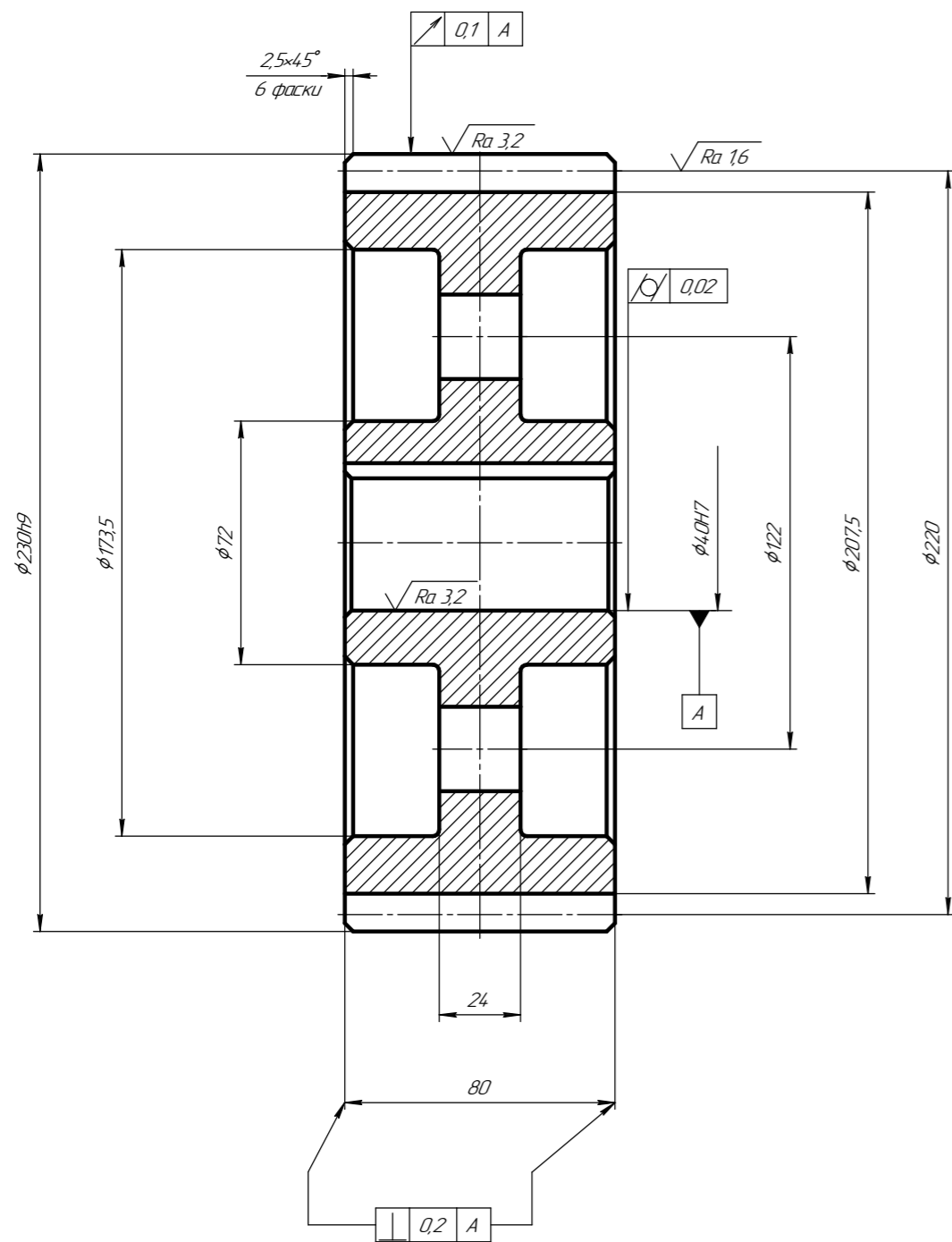
A-A (2)



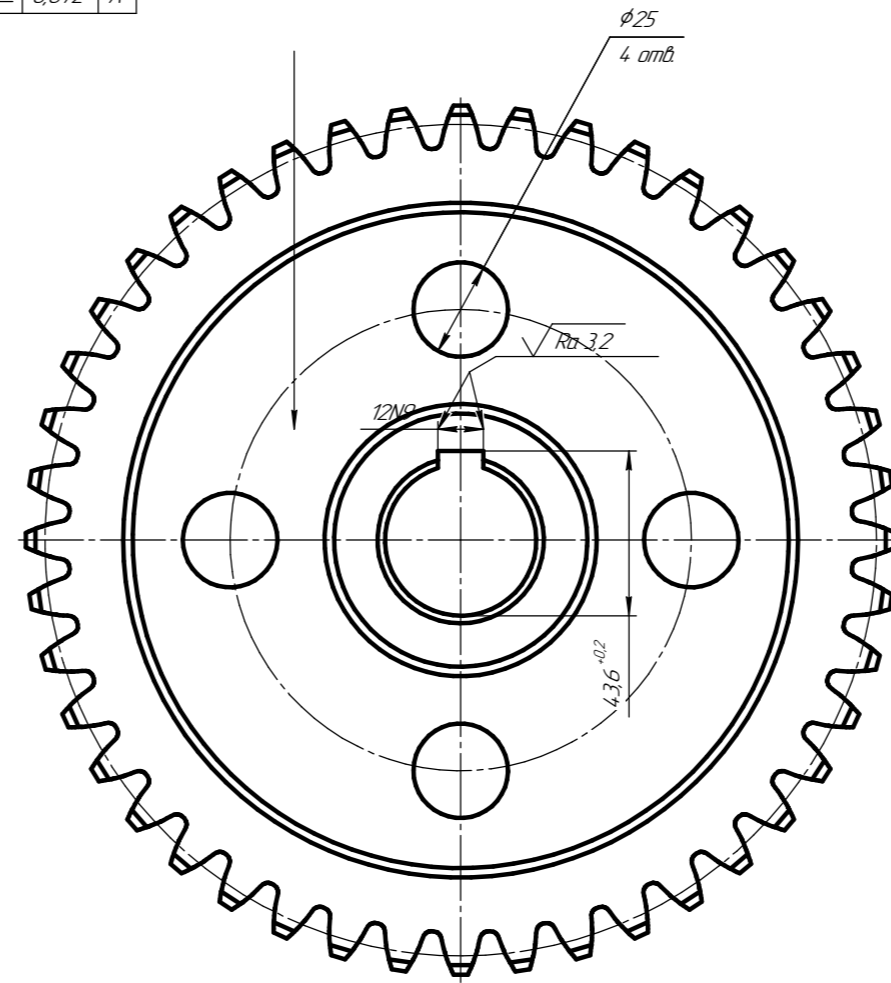
B-B (2)



Відповідальна організація ННХТ	Технічне узгодження Телюжкін Ю.С.	Розробник документа Байдюк Д.Р.	Документ затверджено Габда О.М.	Масштаб 1:1
Власник документа ННХТ, ЗОХ-4-1		Статус документа Вигляд загальний		
		Назва, додаткова назва Технічна машина (поперечні перерізи)		191991КР.09.013.04
		№ зм.	Дата видання	Аркуш 1/1



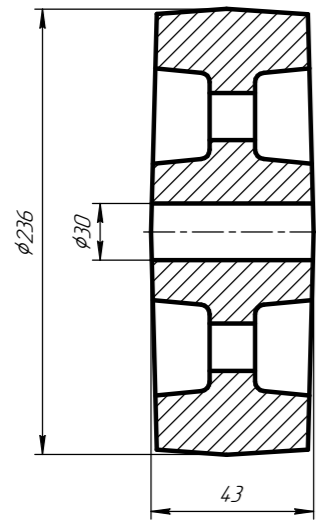
///	0,018	A
≡	0,072	A



Модуль	<i>m</i>	5
Кількість зубів	<i>z</i>	40
Кут нахилу зубів	β	16°
Напрямок лінії зуба		Права
Вихідний контур		ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	0
Степінь точності СТ СЕВ 641-77		8-С
Дільний діаметр	<i>d</i>	220

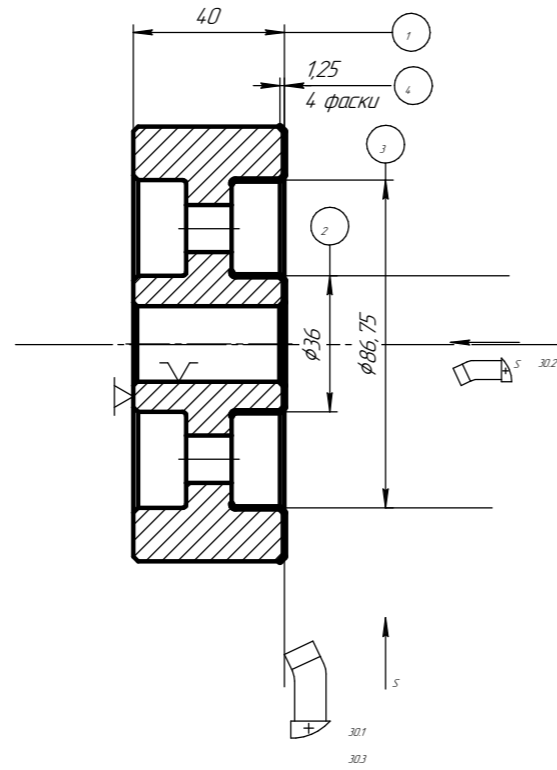
1. 260...280 НВ
2. Радіуси зкруглень 2 мм.
3. H14; h14; ±IT14/2.

Відповідальна організація ННХТ	Технічне узгодження Тельпикун Ю.С.	Розробник документа Байдюк Д.Р.	Документ затверджено Гавва О.М.	Масштаб 1:1
Власник документа ННХТ, ЗОХ-4-1		Вигляд загальний Назва, додаткова назва Зубчасте каесо		Статус документа 191991КР.09.013.05
Інв. змич.	Дата видання	Мова	Аркуші	
		ua	1/1	



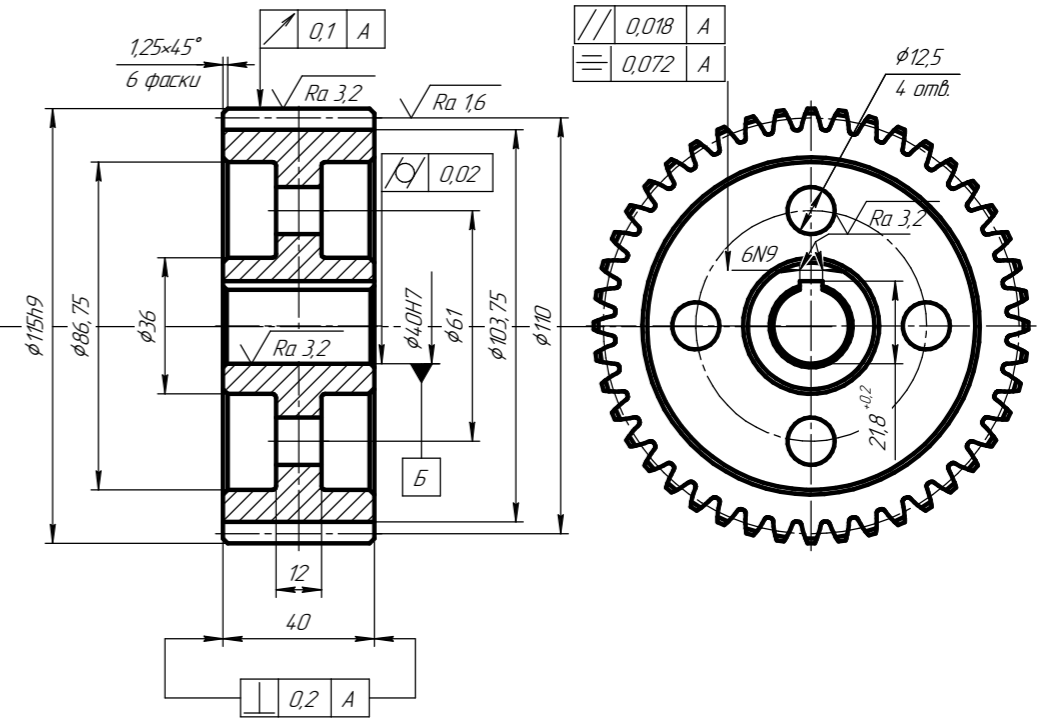
10. Заготівельна

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		ua	1/6



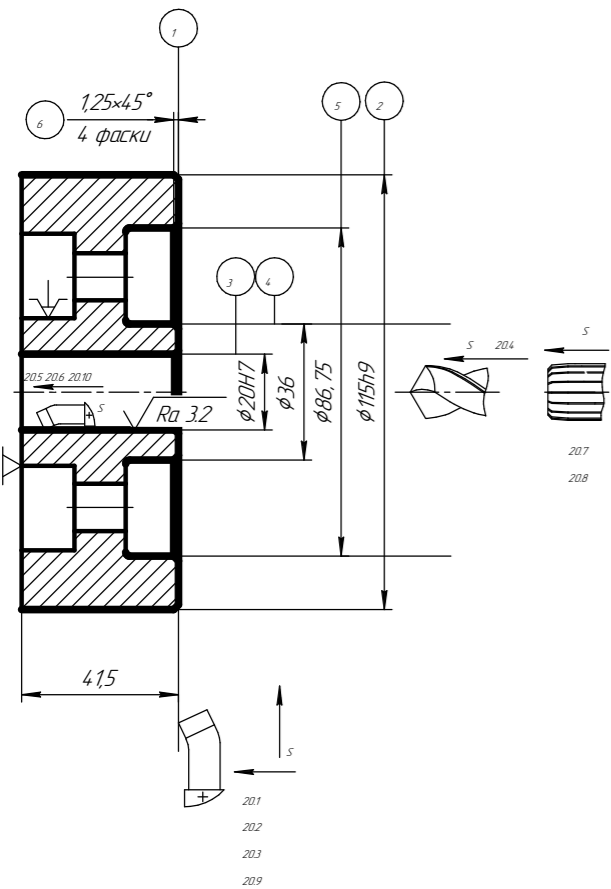
130. Токарна

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		ua	3/6



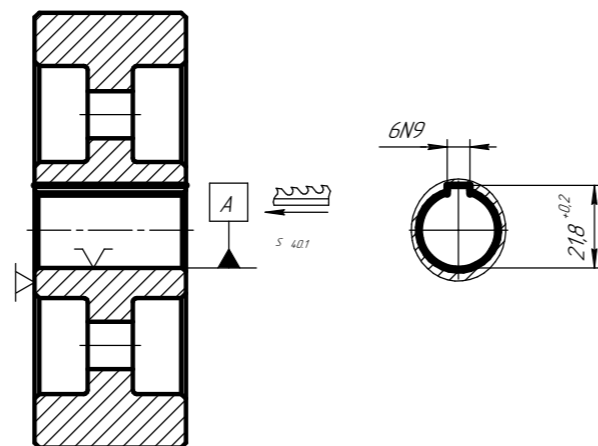
Зубчате колесо

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		ua	6/6



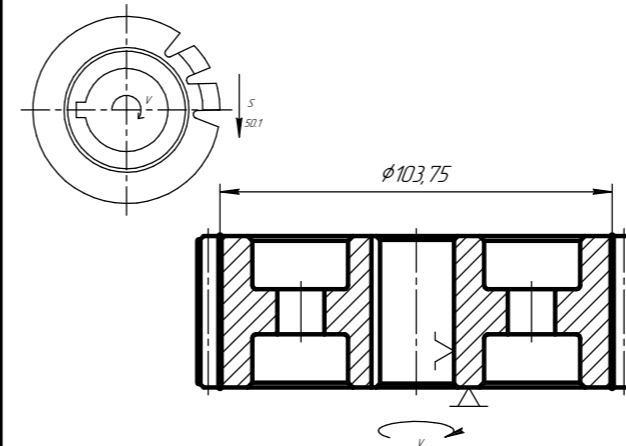
20. Токарна

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		ua	2/6



40. Протяжна

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		ua	4/6



50. Зуборізьальна

Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
		ua	5/6

Відобудована організація	Технічне узгодження	Розробник документа	Документ затверджено	Масштаб
ННУТ	Тельчакун Ю.С.	Байдюк Д.Р.	Габда О.М.	1:1
Власник документа	Володієць документа	Назва, діяльність нашої	191991КР.09.013.06	Інд. змін.
ННУТ 30X-4-1	Технології	машинобудування		Дата видання
				Мова
				ua
				Аркуш
				6/6