

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2020р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Мирончук В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2020р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових вироб-
ництв

на тему « Розробка змішувально-бродильно-формуального агрегату»

Виконав: здобувач IV курсу, групи Ц Карпенко Євген Васильович
(прізвище та ініціали)

Керівник Корнієнко Людмила Вікторівна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2020р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра ТОКТП

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Обладнання переробних і харчових виробництв

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафери _____

“ _____ ” _____ 20 ____ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Карпенка Євгена Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “Розробка змішувально-бродильно-формуального агрегату”

керівник роботи Корнієнко Людмила Вікторівна, ст. викладач, кандидат технічних наук.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “08” квітня 2020 року № 260-кс

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи кресленники обладнання, навчальна, нормативна та спеціальна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) зміст, анотація, вступ, обладнання для формування тіста, аналіз конструкцій обладнання аналогічного призначення, обґрунтування та опис технічного рішення, розрахункова частина, підбір конструкційних матеріалів, виготовлення окремої деталі, монтаж, ремонт та експлуатація обладнання, заходи з охорони праці, техніки безпеки, висновки, список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд (2 аркуші А1), кресленики основних деталей і вузлів (2 аркуші А1), креслиники з технології машинобудування (1 аркуш А3, 5 аркушів А4).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техн.маш.			
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання “ 26 ” лютого 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Анотація; зміст; перелік умовних позначень, термінів.	01.03.2020	
2	Вступ.	01.03.2020	
3	Аналіз конструкцій обладнання аналогічного призначення.	04.03.2020	
4	Обґрунтування та опис технічного рішення.	08.03.2020	
5	Розрахункова частина.	15.03.2020	
6	Підбір конструкційних матеріалів.	10.04.2020	
7	Технологія виготовлення окремої деталі.	16.04.2020	
8	Монтаж, ремонт та експлуатація.	26.04.2020	
9	Заходи з охорони праці, техніки безпеки.	30.04.2020	
10	Висновки.	01.05.2020	
11	Графічна частина.	02.05.2020	
12	Подача ДП на кафедрі.	09.06.2020	

Здобувач

_____ (підпис)

Карпенко Є.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Корнієнко Л.В.
(прізвище та ініціали)

Анотація

В даному дипломному проекті пропонується розроблення конструкції змішувально-бродильно-формуального агрегату з механізмом нарізання виробів (далі “ЗБФА”), для виробництва галет. Цей агрегат дає змогу забезпечувати одночасне змішування компонентів, пластифікацію тіста, його виброджування та формування тістових заготовок. Таким чином впровадження даного агрегату дозволить замінити обладнання для інтенсивного замішування тіста, його дозрівання та оброблення.

В розрахунково-пояснювальній. записці виконано аналіз існуючого обладнання для замішування тіста та екструзії, наводиться технологічне обґрунтування доцільності створення агрегату, виконано підбір матеріалів, проведені розрахунки продуктивності та розмірів “ЗБФА”, міцністний розрахунок шнека, розрахунок підшипників, кінематичний розрахунок приводу, розрахунок зубчастої передачі, розрахунок шпонкових з’єднань та підбір пневмоциліндра для механізму нарізання виробів, розроблено технологічний маршрут виготовлення деталі «Зубчасте колесо». Наведено наступні правила: монтаж, експлуатація, ремонт, а також заходи по охороні праці. Пояснювальна записка виконана у програмному забезпеченні Microsoft Word 2016, містить 82 сторінок машинописного тексту. Графічна частина складається з 4-х листів А1, 2-х листів А3, 4-х листів А4 та специфікацій до них.

Ключові слова: ЗБФА, агрегат, екструзія, галети, піч, виробництво.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва Анотація	160165.ДП.07.000.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 1/1

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	7
1. Аналіз конструкцій обладнання аналогічного призначення	8
2. Обґрунтування та опис технічного рішення	26
3. Розрахункова частина	27
3.1 Розрахунок продуктивності	27
3.2 Розрахунок геометричних параметрів	29
3.3 Розрахунок апарату на міцність	30
3.4 Розрахунок шнека	31
3.5 Розрахунок підшипників	34
3.6 Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини	36
3.7. Розрахунок відкритої циліндричної прямозубої передачі	41
3.8 Підбір пневмоциліндрів для механізму нарізання	50
3.9 Вибір та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань	51
3.10 Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів	53
4. Підбір конструкційних матеріалів	55
5. Технологія виготовлення окремої деталі	56
5.1 Розрахунок операцій	63

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва Зміст	160165.ДП.07.000.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/2

6. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання	72
6.1 Монтаж змішувально-бродильно-формуального агрегату	72
6.2 Експлуатація “ЗБФА”	73
6.3 Ремонт “ЗБФА”	74
6.4 Основні правила розбирання “ЗБФА”	76
7. Заходи з охорони праці, техніки безпеки	77

Висновки

Список використаної літератури

Вступ

Хлібопекарська галузь найбільш розвинута сфера харчової промисловості України. Вона посідає одне з перших місць у виробничій галузі споживчої кооперації нашої держави. Основною задачею хлібопекарної промисловості є подальший технічний прогрес та розробка сучасних технологій виробництва. Про доцільність впровадження новітніх технологій свідчать такі критерії як інтенсифікація процесів, підвищення продуктивності і рентабельності виробництва. В даному напрямку перспективним є застосування сучасних тістомісильних машин з підвищеною інтенсивністю механічного впливу на тісто. Застосування таких машин на тісто-заготівельних агрегатах робить їх компактними, що дозволяє комплексно автоматизувати процес підготовки тіста, а також забезпечує можливість налаштування інтенсивності замісу та тривалості бродіння виходячи з властивостей борошна. Значна увага між роботами по покращенню традиційних технологій, присвячена екструзії. В теперішній час екструзія знаходить широке застосування. Екструзія – складний фізико-хімічний процес, який забезпечує інтенсифікацію і поглиблену обробку сировини при виробництві продуктів харчування. Суть цього методу формування напівфабрикатів у тому, що напівфабрикат видавлюється через профільюючі матриці певної форми, з подальшим розділенням його на окремі заготовки. Одержання продуктів екструзією із заданими властивостями визначається шляхом емпіричного підбору режимів обробки і співвідношення рецептурних компонентів. Пояснення цьому — складність урахування факторів, що впливають на формування екструзією. Тому, розробка нових видів продукції і модернізування екструдерів вимагає поглибленого дослідження процесів, що відбуваються при екструзії вибродженого тіста.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва Вступ	160165.ДП.07.000.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/1

1. Аналіз конструкцій обладнання аналогічного призначення

Способи приготування тіста

Тісто готують однофазним або багатофазним способами. При однофазному способі тісто готують однією стадією із всієї кількості борошна та іншої сировини, передбаченої рецептурою. При багатофазному, переважно двофазному, способі готують першу фазу з частини борошна і дріжджів, після дозрівання до неї додають решту борошна та іншу сировину за рецептурою і замішують другу фазу — тісто. Вибір способу приготування тіста залежить від виду і сорту борошна, а також виду виробів та їх рецептури. Виходячи з біохімічних властивостей борошна, пшеничні сорти хлібних виробів готують на пресованих або рідких дріжджах, а також на дріжджових молочнокислих заквасках, а житні — на молочнокислих заквасках. Тісто готують за виробничою рецептурою, яка розробляється на кожен вид виробів згідно до уніфікованої рецептури. Уніфікована рецептура разом з технологічною інструкцією є основною частиною нормативної документації на певний вид виробів. Вона передбачає склад сировини та її витрати на 100 кг борошна. Перелік і співвідношення сировини в тісті для різних видів хлібних виробів різні. У виробничій рецептурі при порційному способі приготування тіста вказуються витрати сировини на одну порцію тіста, тобто на один заміс, залежно від місильної ємкості. При безперервному способі приготування тіста у виробничій рецептурі вказуються витрати сировини за 1 хв. замішування напівфабрикату.

Поряд з виробничою рецептурою на кожен вид виробів лабораторією, згідно з технологічною інструкцією виготовлення цього виробу, розробляються параметри технологічного режиму з урахуванням встановленого обладнання і якості сировини. До основних параметрів технологічного процесу відносять вологість і температуру за фазами приготування тіста, тривалість бродіння,

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 1. Аналіз конструкції аналогічного призначення	160165.ДП.07.001.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 1/18

кислотність, тривалість і температуру вистоювання та випікання тістових заготовок, а також деякі інші. Сировина на замішування напівфабрикатів дозується спеціальними дозаторами або дозуючими станціями. При порційному способі приготування тіста борошно дозується за масою, інші компоненти — дріжджова суспензія, сольовий і цукровий розчини, розтоплений жир — в основному за об'ємом.

Для формування тіста застосовують такі способи :

1. Шляхом штампування, з метою надання тісту певної форми (наприклад отримання тістових заготовок для печива);
2. Округлення та розкочування (наприклад обробка батоноподібних тістових заготовок);
3. Методом екструзії, тобто видавлюванням (наприклад отримання макаронних виробів);

Значну інтенсифікацію промислових процесів може забезпечити вологотермічна обробка сировини з використанням екструзійної техніки.

Формування методом екструзії досить поширений спосіб формування у харчовій промисловості. За допомогою формування екструзією отримують ковбасні вироби, макарони, хлібні палички та соломку, дозують та формують масло та сир.

Існує три різновиди екструзії:

- Холодне формування.
- Теплова обробка і формування при низькому тиску.
- Гаряча екструзія (теплова обробка і формування при високому тиску).

При застосуванні першого методу змінюються тільки механічні параметри в сировині внаслідок повільного її переміщення під тиском і формування продукту з утворенням заданих форм.

При другому методі сухі інгредієнти сировини змішуються з певною кількістю води і подаються в екструдер, де поряд з механічним впливом підлягають тепловій обробці. Продукт нагрівається електричними, рідинними і паровими нагрівачами. Отриманий екструдат характеризується щільністю, незначним збільшенням в об'ємі, пластичністю. Іноді екструдату необхідна додаткова обробка – висушування.

Третій метод – гаряча екструзія, або екструзійне “варіння”, відбувається при високих швидкостях і тиску, значному переході механічної енергії в теплову, що призводить до різних за глибиною змін в якісних показниках матеріалу. Крім того, може здійснюватися регульоване підведення тепла як безпосередньо в продукт, так і через зовнішні стінки екструдера.

Екструзійне варіння - порівняно новий, передовий, технологічний процес термомеханічної обробки різних дисперсних, тістоподібних і пюреподібних продуктів. Для проведення екструзії мас, що містять крохмаль, останнім часом найчастіше застосовують шнековий екструдер. Головним робочим органом шнекового екструдера є шнек спеціальної конструкції, який обертається в циліндрі. На одному кінці циліндра, тангенціально або радіально, розташований отвір для завантаження сировини, а на протилежному боці закріплена матриця. При обертанні шнек захоплює завантажену сировину, просуває її до матриці і витискує через отвори. Зовнішній вигляд виробів та їх якість певною мірою визначаються розмірами і формою отворів матриці. Матеріал матриць повинен мати високу міцність, достатню стійкість до спрацювання і якомога менший опір переміщенню продукту відносно поверхні отворів. Конструктивні особливості екструдерів дозволяють у широких масштабах регулювати інтенсивність і тривалість обробки сировини, що змінює структуру і властивості готової продукції в заданому напрямку. Підбір композиції вихідного матеріалу, варіювання умов обробки сприяють істотному розширенню асортиментів харчових та технічних продуктів.

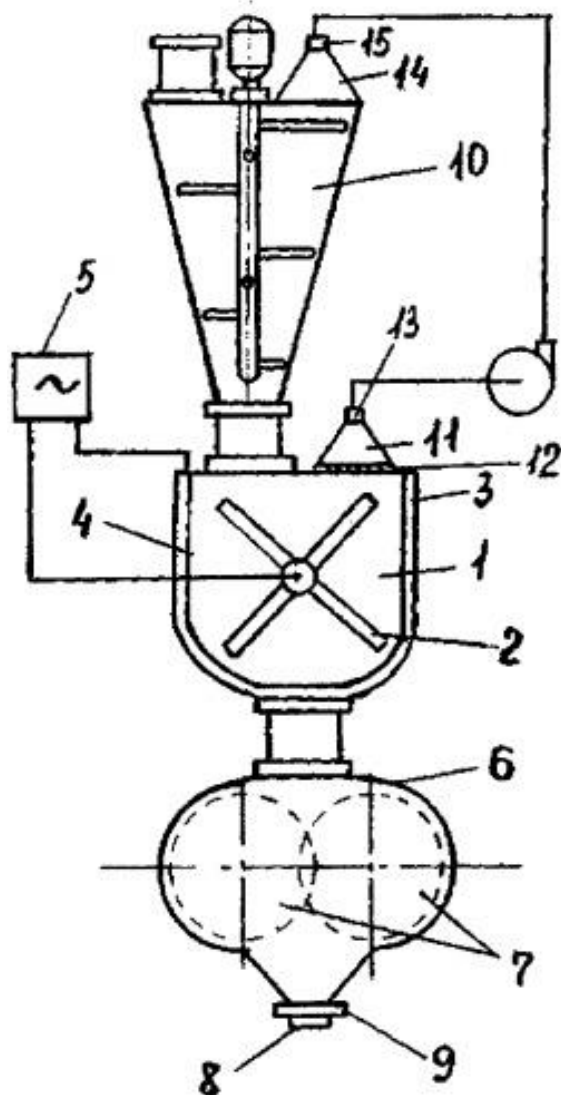
В кондитерській промисловості екструдери застосовують для формування виробів з пластичної кондитерської маси. Вони призначені для безперервного витискування профільованих виробів безмежної або обмеженої довжини через формуючу матрицю певного перерізу. До пластичних кондитерських мас відносять суто жирові маси в певному інтервалі температур. На виході з екструдера вироби можуть підлягати різанню на дрібні частинки або додатковій обробці (глазурування, нанесення візерунку). В деяких галузях харчової промисловості останнім часом застосовують екструзійну техніку, використання якої дозволяє поєднати процеси змішування, диспергування, уварювання, пластифікації, формування виробів в одному агрегаті – екструдері.

При високотемпературній екструзії після тиснення через матриці внаслідок падіння тиску волога миттєво випаровується, отже відпадає необхідність у складній операції – сушіння виробів. Таким чином, при мінімумі витрат часу одержують готовий продукт – макаронні вироби швидкого приготування, легкої структури. Змінюючи режим роботи екструдера, можна одержати напівфабрикати із заданими властивостями, які потім використовуються для приготування макаронних виробів.

Метод формування екструзією має ряд переваг: безперервне виконання процесу з високою швидкістю, безвідходність технології, висока культура виробництва, а також низька собівартість продукції. На відміну від формування пресуванням в екструдері відбувається інтенсивна механічна і високотемпературна обробка компонентів сировини. Методом формування екструзією можна користуватись як у виробництві модифікованих крохмалів, так і для отримання різноманітних харчових продуктів з новими властивостями.

Користування екструзійною технікою в харчовій промисловості дозволяє не тільки інтенсифікувати більшість технологічних процесів, але й створити нові харчові композиції, які використовуються не тільки для продуктів звичайного харчування, а й для дитячих і дієтичних харчових продуктів. [2], [4], [8]

Рис. 1.1 Валково-шестеренний екструдер



- 1- завантажувальний пристрій.
- 2- струмопровідний робочий орган.
- 3- корпус.
- 4- струмопровідна обичайка.
- 5- джерело електричного струму.
- 6- робоча камера.
- 7- шестеренні валки.
- 8- формувальний пристрій.
- 9- нагрівальний елемент.
- 10- розпушувач.
- 11- конфузор.
- 12- сітка.
- 13, 15- штуцер.
- 14- дифузор.

Валково-шестеренний екструдер (рис. 1.1), застосовується в кондитерській промисловості для виробництва пралінових цукерок та батончиків.

Принцип роботи: сировина з водою надходить в розпушувач “10”, в якому створюється підвищений тиск в результаті підключення дифузора “14” за

допомогою штуцера “15” до нагнітаючого отвору вакуумного насоса. Далі продукти направляються в завантажувальний пристрій “1”, в якому створюється розрідження в результаті підключення конфузора “11” за допомогою штуцера “13” до отвору всмоктування вакуумного насоса. Джерело електричного струму “5” забезпечує проходження електричного струму по струмопровідному робочому органу “2” і струмопровідній обичайці “4”. Далі продукт надходить в робочу камеру “6”, де ущільнюється і видавлюється за допомогою шестеренних валків “7” через формуючий пристрій “8” з електричним нагрівальним елементом “9”. Під одночасної дії підвищеного тиску і електричного струму в розпушувачі частки води інтенсивно проникають всередину твердих частинок, що призводить до значного підвищення однорідності розпушеної маси. Під одночасною дією вакууму і електричного струму в завантажувальному пристрої з маси інтенсивно видаляються бульбашки повітря, що сприяє підвищенню якості продукту (щільність, міцність і однорідність). [6]

Застосування екструзійної техніки в харчовій галузі дозволило не тільки інтенсифікувати більшість технологічних процесів, але й створити різноманітні харчові композиції, що використовуються не лише для продуктів звичайного харчування, але й для дитячих і дієтичних харчових продуктів. Екструдовані крохмале-продукти широко використовують у кондитерській хлібопекарній, харчоконцентратній галузях, у виробництві молочних та ін. кулінарних виробів. Проаналізувавши різні види екструдерів з різними нагнітачами та формувальними органами ми дійшли висновку, що для виробництва галет найкраще буде шнекове нагнітання. [4]

Тістомісильні машини безперервної дії

Для замісу тіста використовують різні типи машин, які, залежно від виду борошна, його рецептурного складу та особливостей асортименту, здійснюють різний механічний вплив на тісто. Якість роботи тістомісильних машин перевіряють органо-лептично і за показниками якості готових виробів. З технологічної точки зору тістомісильні машини повинні мати оптимальну конфігурацію і частоту обертання місильного органу, який забезпечував би достатньо інтенсивний заміс за короткий час. Частота обертання робочого органу повинна регулюватися в залежності від виду матеріалу.

Тістомісильні машини безперервної дії з'явилися в промисловості відносно недавно. В нашій країні одні з перших машин були запропоновані в 1947 році. Через багатоетапність замісу хлібного тіста більшість тістомісильних машин мають декілька камер із застосуванням різних типів робочих органів. В одній тістомісильній машині використовують робочі органи, які відносяться до різних типів змішувачів. Всі машини мають місильні камери циліндричної форми чи її елементи. Розглянемо декілька конструкцій найбільш поширених тістомісильних машин безперервної дії вітчизняного та закордонного виробництва. [3]

Тістомісильна машина А.А. Хренова (рис.1.2.), відноситься до швидкохідних одновальних тістомісильних машин. Призначена для замісу житнього та житньо-пшеничного тіста.

В напів-циліндричному корпусі “1” по центру розташований вал з трапецієвидними лопатями “2”, закріпленими вздовж вала по гвинтовій твірній. На кінці вала встановлений шнек “4”, розміщений у циліндричному патрубку “5”, який закінчується шарнірним клапаном “6”. В ємності від підтікання рідини встановлена перегородка “3”. Для подачі борошна і рідких інгредієнтів служать патрубки “7” і “8”. Заміс тіста відбувається достатньо інтенсивно через високу швидкість обертання місильних лопатей.

Порівняно мала площа місильних лопатей дозволяє проводити заміс на великих обертах, не зтягаючи за собою всю масу компонентів. При цьому швидше і більш досконало відбувається перша стадія замісу – змішування компонентів, а друга стадія, яка здійснюється однотипними лопатями, дозволяє робити інтенсивний заміс з порівняно малим енергоспоживанням.

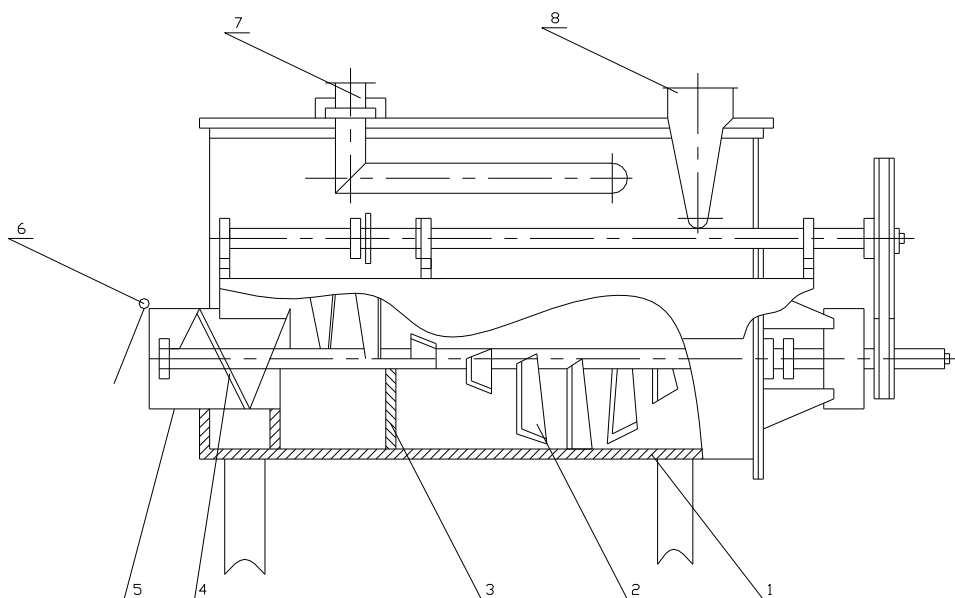


Рис.1.2. Тістомісильна машина “Хренова”

Деяка незручність цієї машини в тому, що неможливо здійснювати незалежне регулювання інтенсивної дії місильних лопатей по зонах. Крім того в машині ще не вирішені питання, пов'язані з очисткою робочої камери і шнека від тіста. Суттєвою перевагою є компактність і висока продуктивність машини. [3]

Тістомісильна машина “ФТК-1000” (рис. 1.3.), призначена для замісу пшеничного і житнього тіста.

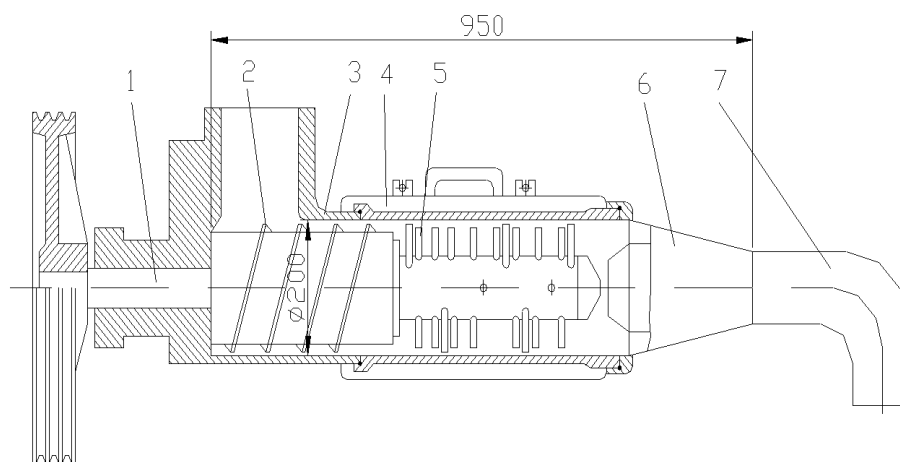


Рис. 1.3. Тістомісильна машина “ФТК-1000”.

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

Тістомісильна машина “ФТК-1000” має циліндричну камеру “3” з порівняно малим діаметром (200 мм), оснащена водо-охолоджуючим кожухом. На внутрішній поверхні камери закріплені штифти. Камера розділяється на дві половинки для очищення, повертаючись на шарнірі. На головному валу “1” закріплені змішувальний шнек і насадка з місильними лопатями “5”. Місильна камера закінчується конічною насадкою “6”, яка переходить у пластифікуючий патрубок “7”. При обертанні місильного вала з частотою 200 об/хв машина забезпечує продуктивність до 1000 кг/год. Машина відрізняється компактністю, високою надійністю і зручністю для огляду, очистки та ремонту. [3]

Тарілчастий змішувач “И8-ХТМ КТІХП” (рис 1.4), використовується для приготування рідких опар, заквасок, борошняних живильних сумішей, а також інших компонентів при вологості суміші 65-95%.

Змішувач складається з робочої камери, виконаної у вигляді двох циліндрів різного діаметру. В ній розташований консольний головний вал ”1” з змішуючими елементами. Перша камера попереднього змішування “3” з меншим діаметром, в ній на робочому валу закріплені циліндричні стержні “6”, розташовані по гвинтовій лінії, друга камера гомогенізації “12” з великим діаметром, в ній на валу встановлені робочі тарілки “11”, які забезпечують високо-інтенсивний заміс, борошно в камеру подається через патрубок “4” за допомогою стандартного роторного дозатора А2-ХТТ з індивідуальним приводом “14” і пристроєм для незалежного регулювання подачі. Рідкі компоненти через патрубок “5” подаються в розподільчий пристрій.

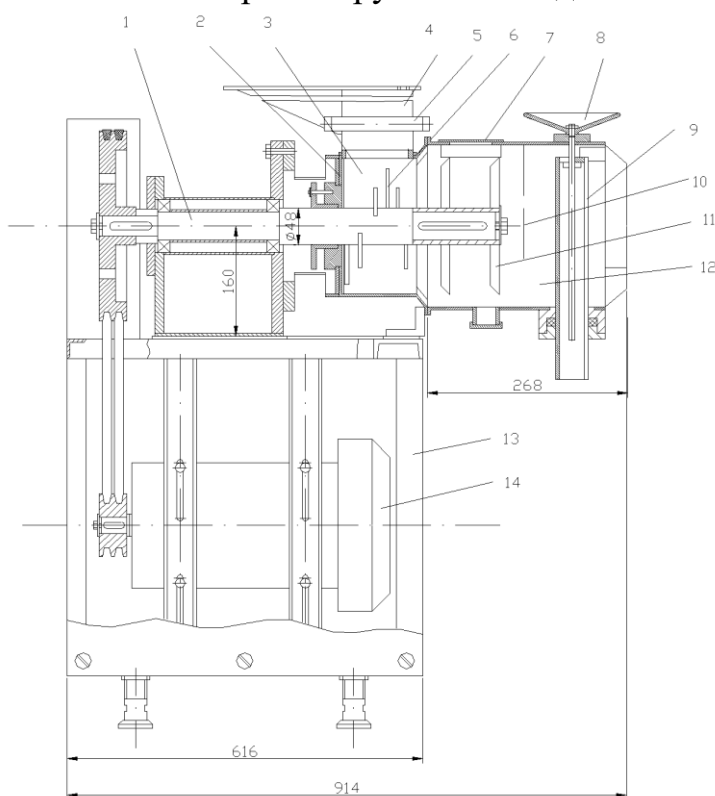


Рис 1.4. Тарілчастий змішувач
“И8-ХТМ КТІХП”.

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.

Частота обертання фіксується за допомогою автоматичного тахометра ЕТА-3А на табло з цифровою індикацією. Існує ще варіант приводу за допомогою клино-пасового варіатора. Змішувач таким чином можна регулювати на раціональний режим роботи і включати в схему автоматизації Машина найбільш відповідає сучасному технічному рівню і може бути застосована в системі з автоматичним регулюванням параметрів процесу.

Принцип роботи: суміш виходить через зливну трубу “9”, оснащену гвинтовим пристроєм “8” , який забезпечує регулювання тривалості замісу шляхом зміни рівня суміші в робочій камері. Решітка “10” слугує для стабілізації рівня зливу. На корпусі “2” змішувача є вікно для нагляду за роботою. Привідний електродвигун “14” розміщений в тумбі станини. Робота змішувача ефективна на бактеріальних середовищах, де містяться дріжджові, молочнокислі, оцетово-кислі та інші мікроорганізми. Забезпечується висока степінь дисперсності суміші за короткий час (80-180 с). При цьому тривалість змішування можна регулювати за допомогою реверсивного електродвигуна з дистанційним керуванням. Інтенсивність перемішування змінюється за допомогою тиристорного приводу. [3]

Тістомісильну машину “Х-12” (рис 1.5), відносять до тихохідних однокамерних машин. Призначена для замісу пшеничного і житнього тіста, продуктивність до 20 т/добу. Отримала широке застосування через простоту конструкції та обслуговування. Машина складається з напів-циліндричної місильної ємкості “5”, в центрі якої розміщений місильний вал “4” з лопатями “3”. Зверху корито закривається відкидною кришкою.

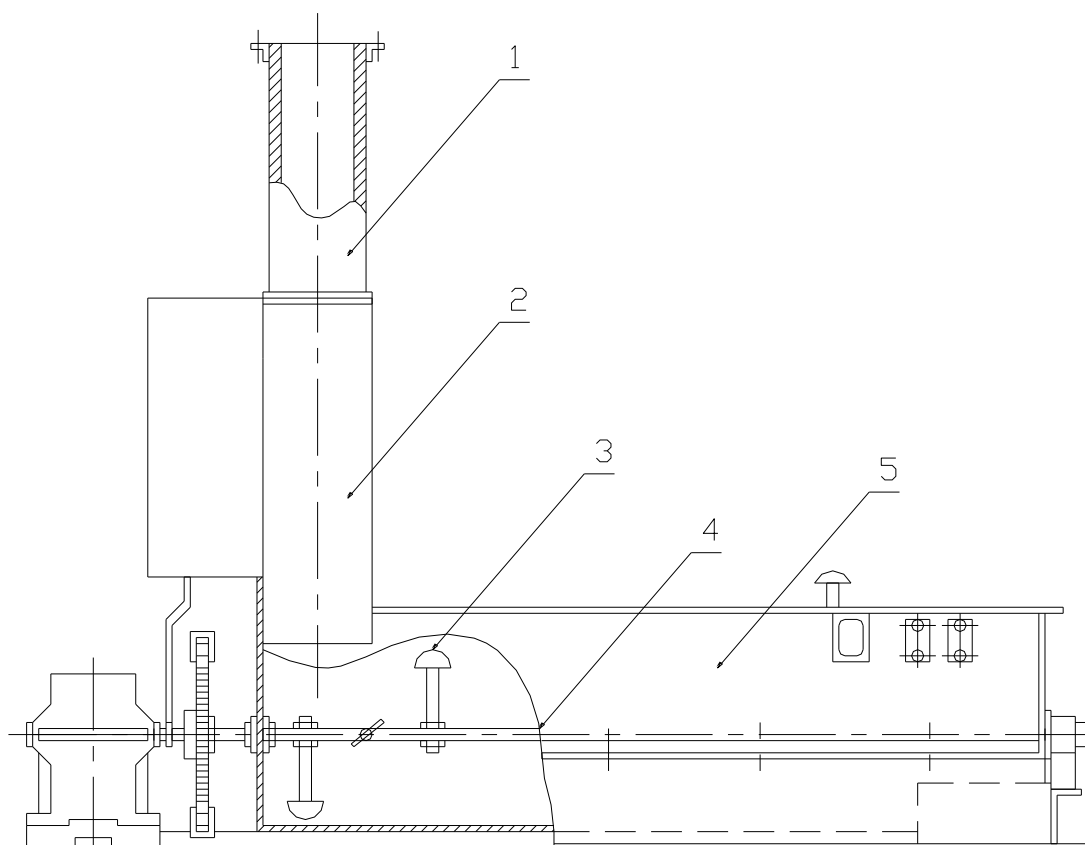


Рис. 1.5. Тістомісильна машина “Х-12”

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

Принцип роботи: борошно подається в машину через прямокутний патрубок “1”, обладнаний двома ємкісними показниками рівня. Дозується борошно роторним живильником, який приводиться в рух від головного валу кривошипно-шатунним механізмом і клиновим фрикційним храповиком.

Над живильником встановлений розпушувач, який робить коливальні рухи через систему важелів. Виходить тісто з машини через патрубок “6”. Привід машини здійснюється від електродвигуна через редуктор “7” і зубчасту передачу. На передній панелі розташовані чотири кранові дозатори рідких компонентів. Всі компоненти малими дозами від дозаторів подаються безперервно в передню частину корита “5”, відділеного порогом, перемішуються лопатями “3” (які закріплені під кутом до осі валу) і переміщуються вздовж корита. По мірі переміщення маси до патрубку вивантаження “6” вона переміщується і пластифікується. Найбільша частота обертання місильного вала обмежена 48 об/хв, а інтенсивність механічної дії – зусиллям, яке утворюється в результаті тертя тіста по стінкам місильної камери. Тому в даному випадку неможливо підвищити інтенсивність замісу шляхом збільшення частоти обертання вала. Тому для покращення замісу можна подовжити місильне корито і збільшити кількість лопатей. Крім того, якщо зменшити робочу площу місильних лопатей або на стінках місильного корита встановити гальмівні лопаті, то можливо підвищити частоту обертання місильного вала і інтенсивність замісу.

Санітарна обробка машини здійснюється без розбирання, що не зручно. Недоліком машини є слабкий проміс тіста, значні коливання складу через ненадійну роботу дозуючих систем та відсутність пристроїв для регулювання швидкості обертання місильного вала і тривалості замісу. [3]

Тістомісильна машина “А2-ХТТ” (рис. 1.6). Призначена виключно для пшеничного тіста, є новою оригінальною машиною, розробленою в УкрНДПродмаші В.С.Горбуновим, П.В. Трушко, І.П. Ткаченком. Замішування проходить послідовно в двох камерах “4” одновальної системи. В першій перемишування виконується чотирьохлопатовими дисками “5”, а в другій — плоскими дисками “6” та гальмівними сегментами “8”. Вал машини розміщується на двох підшипниках “10”, відокремлених від робочої камери з тістом. Привід машини виконує двигун-редуктор “1” через муфту “2”. За допомогою ексцентрика “3”, важелів та храпової передачі приводиться роторний дозувальник борошна.

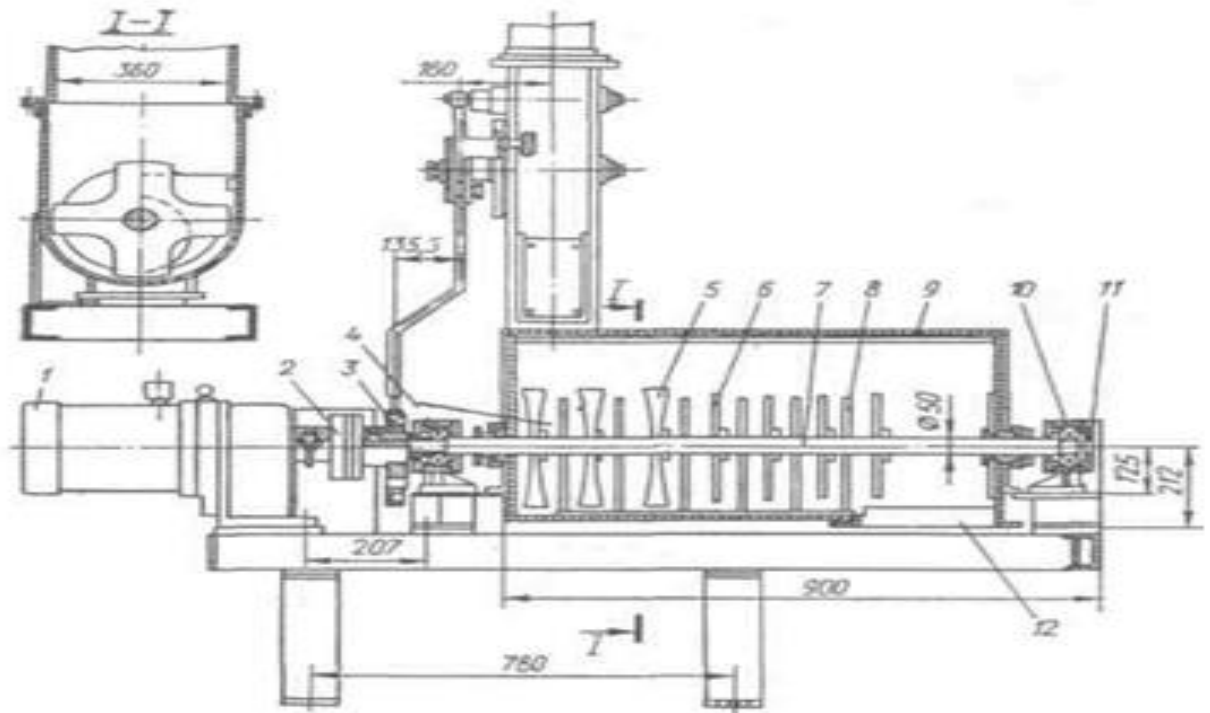


Рис. 1.6 Тістомісильна машина “А2-ХТТ”

1 — двигун-редуктор; 2 — з'єднувач; 3 — ексцентрик; 4 — робоча камера; 5- чотирилопатові диски; 6 — плоскі диски; 7 — вал; 8 — гальмівні лопаті; 9 — кришка; 10 — підшипник; 11 — станина;

Принцип роботи: борошно та рідкі компоненти за допомогою дозаторів зверху поступають в змішувальну камеру, де ретельно перемішуються чотирилопатеви́ми дисками і сприймають імпульси для осьового зміщення. Далі тісто переміщується в щілині між плоским диском та гальмівними сегментами внаслідок розпушувальних деформацій, що створює гарні умови для орієнтації і формування частинок клейковинного скелету. Ця операція дещо завчасна, оскільки проходить вона протягом 20—45 с від початку процесу, коли білкові частки борошна ще не встигли поглинути вологу по всьому перерізу часток і не пройшов процес їх гідратації. Тісто на вихідній ділянці камери намотується на вал, знімається з нього за допомогою ножа і спрямовується в патрубок “12”.

Інтенсивність замісу при такій конструкції залежить від сили прилипання тіста до диску, і тому в основному визначається вологістю тіста, його температурою та якістю білковини борошна і не регулюється ніякими пристроями, що не дозволяє використати переваги машини для управління процесом. [3]

Тістомісильна машина “И8-ХТА-12/1” (Рис. 1.7), являє собою однокамерну двовальну тихохідну машину з Т-образними лопатями “5”, розміщеними на паралельних валах “3” так, що лопаті одного вала проходять поміж лопатей іншого. Робоча камера закривається кришкою “4”.

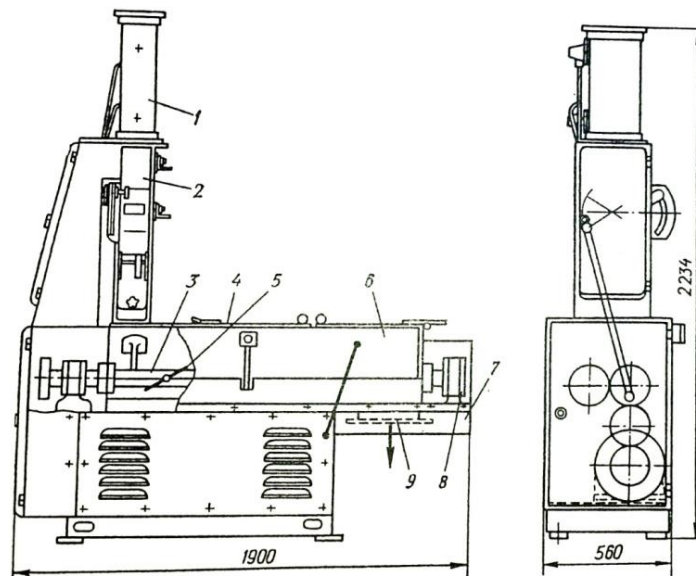


Рис. 1.7 Тістомісильна машина “И8-ХТА-12/1”

1 - борошняний патрубок; 2 - дозатор борошна; 3 - місильні вали; 4 - кришка робочої камери; 5 - місильна лопать; 6 - робоча камера; 7 - станина; 8 - підшипник; 9 - розвантажувальний патрубок.

Принцип роботи: борошно в машину поступає через патрубок “1” і роторний дозатор “2”. Його подача регулюється за допомогою храпового пристрою. Вимішане тісто виходить через патрубок “9”. Машина комплектується двошвидкісним приводом або варіатором швидкості, за допомогою якого можна змінювати частоту обертання місильних валів.

Принцип дії машини повторює застарілі рішення, бо не витримується основний принцип — підтримання різних (раціональних) частот тривалості та інтенсивності замісу на різних стадіях процесу. Машина не пристосована для автоматичного управління і регулювання процесом. [3]

Тунельна циклотермічна піч «Rem-Piek WSL-8090» (рис 1.8).

Призначена для випічки хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів



Рис. 1.8 Піч «Rem-Piek» WSL-8090

Принцип роботи: нагрівання пічної камери досягається за допомогою кільцевих парових труб. Кожне кільце має дві основні частини: перехресну частину, що розташована під камерами для випічки і над ними зовнішнє кільце, нижня частина якого знаходиться в прямому контакті з димовими газами. За допомогою нагрівання зовнішнього кільця вода досягає температури кипіння. Пара, що утворюється піднімається вгору до кільця і перехресним зонам навколо камер, передаючи тепло справа наліво. Конденсат повертається самопливом до нижньої частини кільця, і процес відновлюється. Топка і канали спеціально спроектовані для максимальної передачі тепла паровим трубкам, піч автоматизована. [12]

Характеристики печі “Rem-Piek WSL-8090”

Таблиця 1.1

Поверхня випікання, м ²	9	
Габаритні Розміри, мм	довжина тунелю	15000
	ширина	1600
	макс. висота з трубою	2830
Ширина стрічки	600	
Час випікання хв.	мін	4
	макс	15
Напруга живлення	3x220/380В; 50Гц	
Макс. температура випікання, °С	280	
Потужність, кВт	10	
Маса печі, кг	9000	

Проаналізувавши обладнання аналогічного призначення доцільним рішенням є запропонувати розробку змішувально-бродильно-формувального агрегату, що суміщує в собі процеси обробки тістових заготовок, є повністю автоматизованим, економічно вигіднішим та технологічно досконалішим, на відміну від обладнання приведенного вище.

2. Обґрунтування та опис технічного рішення

В хлібопекарній промисловості найбільш копіткє виробництво мають спеціальні сорти хлібних виробів: соломка, хлібні палички, галети, бубличні і сухарні вироби та інші. Це пов'язано зі складною технологічною схемою виробництва і недостатнім рівнем її автоматизації. Впровадження новітньої техніки потребує розширення виробничих площ, проведення великих будівельно-монтажних робіт в результаті чого збільшується вартість пасивної частини основних виробничих фондів. Поновлення або переоснащення парку існуючого обладнання дозволяє максимально використовувати будівлі і споруди та скоротити до мінімуму будівництво нових будівель при одночасному нарощенні виробничої потужності підприємства. Застосування "ЗБФА" у виробництві дозволить виконати всі операції приготування, оброблення тіста в одному агрегаті; замінити всі машини для оброблення тістових заготовок, а саме: формувальну машину, вистійну шафу, стіл для відлежування тіста; повністю механізувати процес виробництва; створити компактну лінію. За рахунок цього ми зменшуємо виробничі площі, кількість обладнання, механізуємо процес виробництва, зменшуємо витрати електроенергії. Запропонована схема виробництва в порівнянні з іншими існуючими лініями для виробництва галет дасть можливість створити механізовану багатопрофільну потокову лінію, що призведе до скорочення ручної праці, а також підвищення загального рівня конкурентоспроможності підприємства в цілому.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 2. Обґрунтування та опис технічного рішення	160165.ДП.07.002.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/1

3. Розрахункова частина

3.1. Розрахунок продуктивності “ЗБФА” [5]

Провідним обладнанням у лінії по виробництву хлібобулочних виробів є піч, тому все обладнання (в тому числі і ЗБФА) підбирають та розраховують, виходячи з продуктивності печі. Для розрахунку обираємо циклотермічну кондитерську піч польської фірми «Rem-Piek» WSL-8090 (рис 1.8), параметри якої приведені у таблиці 1.1

1. Кількість виробів в ряду по довжині поду печі:

$$N = \frac{L - a}{l + a} = \frac{15000 - 2}{120 + 2} = 123 \text{ (шт)}, \quad (3.1.1)$$

де L – довжина конвеєра в пекарній камері;

a – зазор між джгутами;

l – довжина заготовки,

2. Кількість виробів в ряду тунельної печі:

$$n = 8 \text{ (шт.)}$$

3. Годинна продуктивність печі, кг/год:

$$P_{год} = \frac{N \cdot n \cdot g}{\tau} \cdot 3600 = \frac{123 \cdot 8 \cdot 0,015}{600} \cdot 3600 = 88,6 \text{ (кг/год)}; \quad (3.1.2)$$

G - маса виробу, кг.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 3. Розрахункова час- тина	160165.ДП.07.003.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/28

4. Швидкість руху транспортера, м/с;

$$v = \frac{L}{\tau \cdot 60 \cdot 1000} = \frac{15000}{10 \cdot 60 \cdot 1000} = 0,025 \text{ (м/с)}, \quad (3.1.3)$$

5. Продуктивність ЗБФА відносно продуктивності печі, кг/год:

$$P_M = P_{\Pi} \cdot k_0 \cdot (100 + y) \cdot 0,01 = 88,6 \cdot 1,1 \cdot (100 + 15) \cdot 0,01 = 112,1 \text{ кг/год.}$$

де P_{Π} – продуктивність печі по гарячому хлібу, кг/год;

y – упікання, % до гарячого хліба;

k_0 – коефіцієнт, враховуючий можливі зупинки на регулювання та очищення (1,1-1,2).

6. Секундна продуктивність ЗБФА в зоні замішування враховуючи геометричні параметри шнека, кг/с:

$$P_{c1} = z \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} s \cdot n \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 2 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,3^2 - 0,22^2)}{4} \cdot 0,150 \cdot 0,5 \cdot 1400 \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,55 = 0,113 \text{ кг/с.} \quad (3.1.4)$$

7. Секундна продуктивність ЗБФА в зоні пластифікації враховуючи геометричні параметри шнека, кг/с:

$$P_{c2} = z \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} s \cdot n \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 2 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,3^2 - 0,22^2)}{4} \cdot 0,05 \cdot 0,5 \cdot 1400 \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,55 = 0,037 \text{ кг/с.} \quad (3.1.5)$$

k_1 - коефіцієнт подачі, залежить від форми лопатей та їх розміщення на лу ($k_1 = 0,2 - 0,5$)

k_2 – відношення сумарної поверхні лопатей до гвинтової поверхні того ж діаметру та кроку ($k_2 = 0,15 - 0,2$)

k_3 – коефіцієнт, який враховує площу перерізу, яка утворюється перетином траєкторій руху лопатей (для двох вального агрегату $k_3 = 0,55 - 0,7$).

8. Рахуємо годинну продуктивність ЗБФА по зоні пластифікації тіста:

$$P_{\text{ЗБФА}} = P_{\text{с2}} \cdot 3600 = 0,037 \cdot 3600 = 133,2 \text{ кг/год.} \quad (3.1.6)$$

3.2. Розрахунок геометричних параметрів агрегату [5]

1. Розраховуємо об'єм бродильної ємкості, виходячи із значення секундної продуктивності екструдера та часу, який тісто знаходиться у бункері:

$$V_{\text{б.с.}} = \frac{P_{\text{с.т.}} \cdot \tau_{\text{брод}}}{\rho_{\text{тіста}}}, \quad (3.2.1)$$

де: $P_{\text{с.}} = 0,037 \text{ кг/с}$;

$\tau_{\text{брод.}} = 60 \text{ хв.} = 3600 \text{ с}$;

$\rho_{\text{тіста}} = 1400 \text{ кг/м}^3$.

$$V_{\text{б.с.}} = \frac{0,037 \cdot 3600}{1400} = 0,095 \text{ м}^3.$$

Виходячи з того, що об'єм ємкості (бродильного бункера) визначається за

формулою $V = 1,6 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l$, задавшись діаметром поперечного перерізу можемо визначити довжину бродильного бункера.

Так при:

$$l = \frac{V \cdot 4}{1,6 \cdot \pi \cdot D^2} \quad (3.2.2)$$

$$l = \frac{0,095 \cdot 4}{1,6 \cdot 3,14 \cdot 0,3^2} = 0,84 \text{ м}$$

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

$$V = \frac{П_{с2} \cdot \tau}{\rho} = \frac{0,037 \cdot 1200}{1400} = 0,032 \text{ м}^3 \quad (3.2.3)$$

τ – час замішування тіста, $\tau = 20 \text{ хв.} = 1200 \text{ с.}$

Довжину робочої камери можна визначити з формули:

$$L = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (1,6 \cdot D^2 - d^2) \cdot \varphi} \quad (3.2.4)$$

Тут:

φ - коефіцієнт заповнення місильної ємкості (0,5 - 0,7);

$$L = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (1,6 \cdot D^2 - d^2) \cdot \varphi} = \frac{4 \cdot 0,032}{3,14 \cdot (1,6 \cdot 0,3^2 - 2 \cdot 0,22^2) \cdot 0,7} = 1,2 \text{ м} \quad (3.2.5)$$

3.3. Розрахунок апарату на міцність [10]

Визначення товщини стінки труби

Тиск, що діє в апараті, Па : $P = 0,09 \cdot 10^6$

Внутрішній діаметр циліндричної оболонки D_1 , м : $D_1 = 0,07$

Допустиме напруження матеріалу 12X18H10T стінки апарату σ_p ,

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

Надбавка на корозію до товщини стінки δ , м : $\delta = 0,002$

Знаходимо допустиме напруження матеріалу стінки на розтяг:

$$\sigma = [\sigma] / n, \quad (3.3.1)$$

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

$$\sigma = 510 \cdot 10^6 / 4 = 1,27 \cdot 10^8.$$

Розраховуємо товщину стінки апарату δ_1 , м:

$$\delta_1 = \frac{P \cdot D_1}{[2 \cdot \beta \cdot [\sigma]] - P} + \delta = \frac{0,09 \cdot 10^6 \cdot 0,07}{2 \cdot 0,85 \cdot 127 \cdot 10^6 - 0,2 \cdot 10^6} + 0,002 = 0,002 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (3.3.2)$$

Приймаємо товщину стінки труби за стандартом більшу за

розрахункову $\delta_1 = 0,003$ м.

3.4. Розрахунок шнека [10]

Розраховуємо і конструюємо шнек, якщо відомий максимальний тиск в робочій камері $P_{\text{MAX}}=0,2$ (МПа), коефіцієнт внутрішнього тертя продукту

$$f = 0,3, \text{ щільність продукту } \rho = 1400 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right).$$

Зовнішній діаметр шнеку D приймаємо рівним 300 мм, внутрішній $d = 220$ мм а крок шнеку приймаємо конструктивно 50 (мм).

Кут підйому гвинтових ліній на зовнішній стороні шнека і біля валу визначаємо за наступними формулами:

$$\alpha_D = \arctg\left(\frac{H}{\pi \times D}\right); \quad \alpha_d = \arctg\left(\frac{H}{\pi \times d}\right) \quad (3.4.1; 3.4.2)$$

$$\alpha_D = \arctg\left(\frac{0,03}{3,14 \times 0,5}\right) = \arctg 0,043 = 2^{\circ} 46',$$

$$\alpha_d = \arctg\left(\frac{0,09}{3,14 \times 0,2}\right) = \arctg 0,716 = 55^{\circ} 4'$$

Середнє значення кута підйому гвинтових ліній витку шнеку визначаємо за формулою:

$$\alpha_{CP} = 0,5 \cdot (\alpha_D + \alpha_d) = 0,5 \cdot (2^{\circ}46' + 55^{\circ}4') = 29^{\circ} \quad (3.4.3)$$

Допоміжні величини становлять:

$$\cos^2 29^{\circ} = 0,99^2 = 0,76, \quad \operatorname{tg} 29^{\circ} = 0,55, \quad \sin 2 \times 29^{\circ} = 0,84$$

Коефіцієнт відставання часток матеріалу у осьовому напрямку:

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha - 0,5 \cdot f \cdot \sin 2\alpha) = 1 - (0,76 - 0,95 \cdot 0,3 \cdot 0,84) = 0,479 \quad (3.4.4)$$

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

$$M_3 = \frac{P_{MAX} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}} \quad (3.4.5)$$

де P_{MAX} - максимальний тиск, який створює шнек; $a = \frac{D}{d}$ - відношення

діаметрів шнека і валу, $a = \frac{300}{220} = 1,4$

$$M_3 = \frac{0,2 \cdot 10^6 \cdot 0,3^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,4^{-4} - 1,2 \cdot 1,4^{-2} - 5,2 \ln 1,4}{1,3 + 0,7 \cdot 1,4^{-2}} = 218,6 (H \cdot m^2)$$

Витки шнеку будуть виготовлені із 12Х18Н10Т, для якої допустиме напруження при згині можемо прийняти рівним допустимому напруженню при розтягу, тобто $125 \cdot 10^6$ (Па). Тоді товщину витка шнеку визначаємо за формулою:

$$[\sigma] = \pm \frac{6 \cdot M_3}{\delta^2} \quad (3.4.6)$$

$$\text{звідки } \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 218,6}{125 \cdot 10^6}} = 0,003 = 3(\text{мм})$$

приймаємо $\delta = 4(\text{мм})$

Крутний момент при робочих витках шнеку визначаємо за наступною формулою:

$$M_{KP} = 0,131 \cdot m \cdot (1 - K_o) \cdot P_{MAX} \cdot (D^3 - d^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3.4.7)$$

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

$$K_o = 1 - (\cos^2 \alpha - 0,5 \cdot f \cdot \sin 2\alpha) \quad (3.4.8)$$

де f - коефіцієнт тертя продукту по шнеку.

$$K_o = 1 - (0,76 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,86) = 0,369$$

$$M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot (1 - 0,369) \cdot 0,2 \cdot 10^6 \cdot (0,3^3 - 0,22^3) \cdot 0,57 = 308,2 (\text{H} \cdot \text{м})$$

Осьове зусилля визначаємо по формулі:

$$S = 0,392 \cdot m \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{MAX} = 0,392 \cdot 2 \cdot (0,3^2 - 0,22^2) \cdot 0,2 \cdot 10^6 = 6522,9 (\text{H}) \quad (3.4.9)$$

Нормальні і дотичні напруження валу визначаємо по формулам:

$$\sigma_{СЖ} = \frac{S}{F} = \frac{6522,9}{0,5 \cdot 0,1^2} = 1,3 (\text{МПа}) \quad (3.4.10)$$

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_p} = \frac{307,2}{3,14 \cdot 0,1^3} = 0,1 (\text{МПа}) \quad (3.4.11)$$

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою:

$$\sigma_{EKB} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{1,3^2 + 4 \cdot 0,1^2} = 1,3 (\text{МПа}) \quad (3.4.12)$$

і це напруження знаходиться в межах допустимої напруги для матеріалу валу шнека (сталь 12Х18Н10Т).

Для полегшення конструкції шнеку замість суцільного валу можна взяти порожній вал. Наприклад, в даному випадку можемо використати трубу. Нормальні і дотичні напруження порожнього валу визначаємо по формулам (3.4.10), (3.4.11):

$$\sigma_{СЖ} = \frac{S}{F} = \frac{6522,9}{0,5 \cdot (0,1^2 - 0,09^2)} = 6,9(\text{МПа})$$

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_p} = \frac{307,2}{\frac{3,14 \cdot (0,1^3 - 0,09^3)}{16}} = 5,8(\text{МПа})$$

Еквівалентне напруження визначаємо за формулою (3.4.12):

$$\sigma_{EKB} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{6,9^2 + 4 \cdot 5,8^2} = 13,5(\text{МПа})$$

Отримане значення напруги більше раніше знайденого, та менше допустимого.

3.5. Розрахунок підшипників [10]

Підбір радіально-упорного роликотпідшипника відбувається за наступними даними: частота обертання валу $n = 30$ об/хв; посадочний діаметр валу під підшипник $d = 95$ мм; коефіцієнт обертання кільця $V = 1$; коефіцієнт безпеки $K_\sigma = 1,2$; температурний коефіцієнт $K_T = 1,05$; необхідна довговічність $L_h \geq 26000$ год. Попередньо приймаємо підшипник серії 1027319А за ГОСТ 27365-87, який має такі характеристики:

динамічна вантажопідйомність $C = 96600$;

статична вантажопідйомність $C_0 = 75900$;

кут контакту $\alpha = 12^\circ$

Осьова складова радіальних навантажень для підшипника

$$F_s = 0.83 \cdot e \cdot F_r = 0.83 \cdot 0.319 \cdot 3157.135 = 835,915 \text{ H} \quad (3.5.1)$$

Де: $e = 1.5 \cdot \tan \alpha = 1.5 \cdot \tan 12^\circ = 0.319$

Розрахункове осьове навантаження

$$F_a = F_s + F_{ab} = 835,915 + 9520.7 = 10356,615 \text{ H} \quad (3.5.2)$$

Виразуємо співвідношення:

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{10356,615}{1 \cdot 3157.135} = 3.28 > e = 0.31 \quad (3.5.3)$$

Приймаємо коефіцієнти радіальної і осьової навантажень:

$$X = 0.4 \text{ і } Y = 0.4 \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 0.4 \cdot \operatorname{ctg} 12^\circ = 1,882.$$

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипник

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_G \cdot K_T \quad (3.5.4)$$

$$P = (0.4 \cdot 3157.135 + 1,882 \cdot 10356.615) \cdot 1.2 \cdot 1.05 = 26150,5 \text{ H};$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^m = \frac{10^6}{60 \cdot 45} \cdot \left(\frac{96600}{26150,5}\right)^{\frac{10}{3}} = 28861,48 \text{ год} \quad (3.5.5)$$

Де: $m=10/3$

3.6. Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини [10]

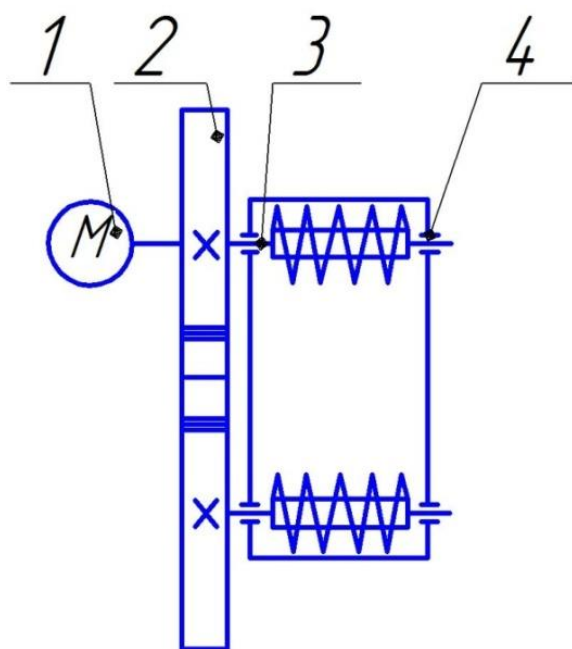
Вихідні дані:

Потужність на шнеку $N = 1,8$ кВт;

Частота обертання шнеку – $n_{\text{вих}} = 30$ об/хв.;

Термін служби – 4 років;

Число робочих змін за добу – 3.



*Рис.3.6. Кінематична схема приводу
тістомісильної машини.*

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

1. Робота, яка витрачається на переміщення маси без урахування витрат на нагрів маси за рахунок тертя:

$$A_1 = a \cdot b \cdot \pi \cdot \rho_t \cdot n^2 \cdot \sin \alpha \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot \left[(1 - k) \cdot \pi^2 \cdot (r_2^2 + r_1^2) + k \cdot \frac{S^2}{2} \right] = 2 \cdot 0,3 \cdot 3,14 \cdot 1400 \cdot 0,5^2 \cdot \sin 45 \cdot (0,15^2 - 0,11^2) \cdot \left[(1 - 0,108) \cdot 3,14^2 \cdot (0,15^2 + 0,11^2) + 0,108 \cdot \frac{0,05^2}{2} \right] = 1,8 \text{ Дж} \quad (3.6.1)$$

a – кількість шнеків, шт..

b – ширина шнеків, м.

r_1 – відстань від осі обертання до початку шнеку, м.

r_2 – відстань від осі обертання до кінця шнеку, м.

k – коефіцієнт подачі тіста для шнеку.

S – крок шнеку, м.

2. Робота на переміщення шнека:

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot (r_2^3 - r_1^3) = 0,7 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1400 \cdot 3,14^2 \cdot 0,5^2 \cdot (0,15^3 - 0,11^3) = 1,2 \text{ Дж} \quad (3.6.2)$$

δ – товщина шнеку, м.

3. Робота на нагрів тіста і металевих частин машини, що з ним контактують:

$$A_3 = 124 \cdot a \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_2^4 - r_1^4}{l} + 2 \cdot \frac{r_2^3 \cdot b \cdot \sin \alpha}{f} \right) = 124 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{0,15^4 - 0,11^4}{0,001} + 2 \cdot \frac{0,15^3 \cdot 0,3 \cdot \sin 45}{0,001} \right) = 2221,7 \text{ Дж.} \quad (3.6.3)$$

μ – динамічна в'язкість тіста, Па·с.

f – зазор між краями шнеку та стінками місильної камери, м.

4. Робота, яка витрачається на зміну структури тіста:

$$A_4 = (0,05 - 0,1) \cdot A_1 = 0,1 \cdot 1,8 = 0,18 \text{ Дж} \quad (3.6.4)$$

5. Розрахунок енергетичного балансу за один оберт шнека:

$$A_5 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 1,8 + 1,2 + 2221,7 + 0,2 = 2224,9 \text{ Дж/об.} \quad (3.6.5)$$

6. Питома робота замісу:

$$A_{\text{пр}} = A_5 \cdot \frac{n \cdot \tau}{m_T} = 2224,9 \cdot \frac{0,5 \cdot 1200}{133000} = 10,1 \text{ Дж/г.} \quad (3.6.6)$$

m_T - маса тіста

$$m_T = V \cdot \rho = 0,095 \cdot 1400 = 133 \text{ кг.} \quad (3.6.7)$$

7. Крутний момент на вихідному валу :

$$T_{\text{вих}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_{\text{вих}}} \quad \text{де } \omega_{\text{вих}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{вих}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 30}{30} = 3,14 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (3.6.8)$$

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

8. Потужність двигуна розраховуємо за формулою :

$$N_{\text{двигуна}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\eta_{\text{привода}}} = \frac{1800}{0,737} = 2442 \text{ Вт;} \quad (3.6.9)$$

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

$\eta_{\text{редуктора}}$. – ККД мотор-редуктора (0,8)

$\eta_{\text{зуб.}}$. – ККД прямозубої циліндричної зубчатої передачі (0,94) ;

$\eta_{\text{п.}}$. – ККД пари підшипників (0,99) ;

Підбираємо мотор-редуктор за наступними характеристиками:

$$T_1 = 546 \text{ Нм}; n = 30 \text{ об/хв}; N_{\text{двигуна}} = 3,0 \text{ кВт.}$$

Приймаємо мотор-редуктор SEWEURODRIVE R77DRE112M4/AL, у якого

$$T_1 = 660 \text{ Нм}; n = 30 \text{ об/хв.}; N_{\text{двигуна}} = 3,0 \text{ кВт}; SEW = 1,25; m = 71 \text{ кг}; i = 33,47.$$

9. Знаходимо загальне передаточне число привода:

$$u_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{двигуна}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{1455}{30} = 48,5; \quad (3.6.10)$$

Передаточне число привода складається з добутку передаточних чисел мотор-редуктора і прямозубої відкритої циліндричної передачі.

$$\text{Оскільки } i_{\text{редуктора}} = 48,5. \text{ Тоді: } i_2 = \frac{u_{\text{привода}}}{i_{\text{редуктора}}} = \frac{48,5}{1} = 48,5 \quad (3.6.11)$$

Прямозуба передача необхідна для забезпечення сталої кількості обертів другого валу.

10. Розраховуємо потужності на окремих валах машини :

$$N_1 = N_{\text{двигуна}} = 2442(\text{Вт}); \quad (3.6.12)$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{редуктора}} = 2442 \cdot 0,8 = 1954(\text{Вт}); \quad (3.6.13)$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{п.}} \cdot \eta_{\text{зуб.}} = 1954 \cdot 0,99 \cdot 0,94 = 1818(\text{Вт}); \quad (3.6.14)$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{п}} = 1818 \cdot 0,99 = 1800(\text{Вт}); \quad (3.6.15)$$

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

11. Розраховуємо частоту обертів окремих валів машини:

$$n_1 = n_{\text{де}} = 1455 (\text{об/хв}); \quad n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{ред}}} = \frac{1455}{48,5} = 30 (\text{об/хв}); \quad (3.6.15; 3.6.16)$$

$$n_3 = n_2 = 30 (\text{об/хв}); \quad n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{зуб}}} = \frac{30}{1} = 30 (\text{об/хв}) \quad (3.6.17; 3.6.18)$$

12. Визначаємо кутові швидкості на окремих валах машини.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1455}{30} = 152,29(\text{рад/с}); \quad \omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{\text{ред}}} = \frac{152,29}{48,5} = 3,14(\text{рад/с}) \quad (3.6.19; 3.6.20)$$

$$\omega_3 = \omega_2 = 3,14(\text{рад/с}); \quad \omega_4 = \frac{\omega_3}{i_{\text{зуб}}} = \frac{3,14}{1} = 3,14(\text{рад/с}) \quad (3.6.21; 3.6.22)$$

13. Знаходимо крутні моменти на окремих валах привода :

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

$$T_3 = \frac{T_4}{\eta_{\text{зуб}} \cdot \eta_n \cdot i_{\text{зуб}}} = \frac{402,59}{0,94 \cdot 0,99 \cdot 1} = 432,61(\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (3.6.23)$$

$$T_2 = \frac{T_3}{\eta_n} = \frac{432,61}{0,99} = 437(\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (3.6.24)$$

$$T_1 = \frac{T_2}{\eta_{\text{ред}} \cdot i_{\text{ред}}} = \frac{432,61}{0,8 \cdot 30,89} = 17,5(\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (3.6.25)$$

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

Таблиця отриманих значень

Таблиця 3.6

Номер вала	Потужність N,Вт	Частота обертання n,об/хв	Кутові швидкості, рад/с	Крутний момент Т, Н·м	Передаточне число
I	2442	1455	152,29	17,5	
II	1954	30	3,14	437	48,5
III	1818	30	3,14	432,61	1
IV	1800	30	3,14	402,59	

14. Визначаємо загальну кількість часів роботи приводу

$$\sum t = 8 \cdot c \cdot 365 \cdot L \cdot K_{\text{річ}} \cdot K_{\text{доб}} \quad (3.6.26)$$

,де $c = 8$ - кількість годин у зміні.

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

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

$$= 23126 (1^3 \cdot 0,4 + 0,7^3 \cdot 0,4 + 0,47^3 \cdot 0,2) = 12903 \text{ годин} \quad (3.6.27)$$

3.7. Розрахунок відкритої циліндричної прямозубої передачі [10]

Номінальна потужність, що передається шестернею $N_3 = 1954$ Вт;

Частота обертання шестерні $n_3 = 30$ об/хв;

Передаточне число $u = 1,0$;

Крутний момент на шестерні $T_3 = 573$ Н·м.

Вибір матеріалу і призначення термообробки:

Обираємо для шестерні і для колеса Сталь 45 ;

Термообробка – нормалізація.

Для шестерні:

$$\sigma_B = 600 \text{ МПа}, \sigma_T = 270 \text{ МПа}, 175 \text{ НВ}_1;$$

Для колеса:

$$\sigma_B = 550 \text{ МПа}, \sigma_T = 260 \text{ МПа}, 165 \text{ НВ}_2;$$

Допустимі напруження згину:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\text{limb}}}{S_F} \cdot K_{FL} \cdot K_{FC} \cdot Y_S \cdot Y_R, \quad (3.7.1)$$

де $\sigma_{F\text{limb}}$ — границя витривалості зубців при згині, що відповідає базовому числу циклів зміни напружень :

$$\sigma_{F\text{limb}1} = 1,8 \cdot HB_1 = 1,8 \cdot 175 = 315 \text{ МПа} \quad (3.7.2)$$

$$\sigma_{F\text{limb}2} = 1,8 \cdot HB_2 = 1,8 \cdot 165 = 297 \text{ МПа} \quad (3.7.3)$$

K_{FC} — коефіцієнт, що враховує характер прикладання навантаження,
 $K_{FC} = 0,65$;

K_{FL} — коефіцієнт довговічності:

$$K_{FL} = m_F \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}}, \quad (3.7.4)$$

m_F — показник степеня кривої втоми, для коліс із твердістю поверхні зубців $HB < 350$ $m_F = 6$;

N_{FO} — базове число циклів зміни напружень:

$$N_{FO} = 4 \cdot 10^6$$

N_{FE} — еквівалентне число циклів навантаження зубців за термін служби передачі :

$$N_{FE} = 60 \cdot n_3 \cdot t_{екв} \quad (3.7.5)$$

де n — частота обертів вала шестерні, $n_3 = 30$ об/хв

$$N_{FE} = 60 \cdot n_3 \cdot t_{екв} = 60 \cdot 30 \cdot 12903 = 23,22 \cdot 10^6 \text{ циклів}$$

$N_{FE} > N_{FO}$, тому приймаємо коефіцієнт довговічності $K_{FL}=1,0$;

S_F — коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625 \quad (3.7.6)$$

$$S'_F = 1,75$$

$$S''_F = 1,5$$

Y_S — коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу та концентрації напружень, $Y_S = 1$.

Y_R — коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідних поверхонь зубців, $Y_R = 1$.

Допустимі напруження згину для зубців шестерні та колеса :

$$[\sigma_{F1}] = \frac{315}{2,625} \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1 = 78 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{F2}] = \frac{297}{2,625} \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1 = 74 \text{ МПа}$$

Допустимі граничні напруження згину при максимальних навантаженнях:

$$[\sigma_F]_{\max} = \frac{\sigma_{F \lim M}}{S_{FM}} \cdot Y_S \quad (3.7.7)$$

$\sigma_{F \lim M}$ - граничне напруження, що не викликає остаточних деформацій або крихкого злому.

$$\sigma_{F \lim M1} = 4,8 \cdot HB = 4,8 \cdot 175 = 840 \text{ МПа} \quad (3.7.8)$$

$$\sigma_{F \lim M2} = 4,8 \cdot HB = 4,8 \cdot 165 = 792 \text{ МПа} \quad (3.7.9)$$

S_F — коефіцієнт безпеки, $S_{FM} = 2,625$

Y_S — коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу та концентрації напружень, $Y_S = 1$.

$$[\sigma_F]_{\max} = \frac{840}{2,625} \cdot 1 = 320 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_F]_{\max} = \frac{792}{2,625} \cdot 1 = 301,7 = 300 \text{ МПа}$$

Допустимі граничні контактні напруження при максимальних навантаженнях.

Визначаються за формулою

$$[\sigma_{HM}] = 2,8 \cdot \sigma_T, \quad (3.7.10)$$

$$\sigma_{H \max 1} = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 270 = 756 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{H \max 2} = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 260 = 728 \text{ МПа}$$

Розрахунок зубців на міцність при згині

Попередньо визначаємо величини необхідні для розрахунку:

— Приблизна швидкість зубчастих коліс:

$$v = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{N_3 \cdot n_3^2} = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{1,954 \cdot 30^2} = 0,15 \text{ м/с} \quad (3.7.11)$$

При даній швидкості необхідний ступінь точності передачі – 9-й.

— Коефіцієнт ширини зубчастого вінця при консольному

розташуванні опор приймаємо $\psi_d = 0,75 \cdot \psi_d^{\max} = 0,75 \cdot 0,7 = 0,525$

— Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцям

$$K_{F\alpha} = 1,0$$

— Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця:

$$K_{F\beta} = 1,35$$

— Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження:

$$K_{Fv} = 1,13$$

- Попередньо приймаємо число зубів шестерні $z_1 = 26$, тоді число зубів колеса $z_2 = z_1 \cdot u = 26 \cdot 1 = 26$ шт.
- Коефіцієнти, що враховують форму зубців шестерні і колеса:

$$Y_{F1} = Y_{F2} = 4,0$$

- Коефіцієнт, що враховує вплив нахилу зуба на його напружений стан:

$$Y_{\beta} = 1$$

Початковий модуль зачеплення:

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_3 \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot \cos^2 \beta}{z_1^2 \cdot \psi_d \cdot [\sigma_{F1}]} \cdot Y_{F1} \cdot Y_{\beta}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 437 \cdot 10^3 \cdot 1,13 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1}{26^2 \cdot 0,525 \cdot 78} \cdot 4,0 \cdot 1} = 5 \text{ мм} \quad (3.7.12)$$

Приймаємо $m = 5 \text{ мм}$. Міжосьова відстань $a = 260 \text{ мм}$. Кількість зубців шестерні і колеса $z = 52$ шт.

Ділильні діаметри колеса і шестерні, формули (4.7.13 і 4.7.14) відповідно:

$$d_{\omega 1} = d_{\omega 2} = m \cdot z_1 = 5 \cdot 52 = 260 \text{ мм}$$

$$v = \frac{\pi \cdot d_{\omega 1} \cdot n_3}{60000} = \frac{3,14 \cdot 260 \cdot 30}{60 \cdot 1000} = 0,41 \text{ м/с}$$

Ступінь точності передачі – 9, що співпадає з раніше прийнятою.

Перевірочний розрахунок зубців на міцність при згині під дією максимального навантаження

$$\sigma_{F \max} = \sigma_F \cdot \frac{T_{\max}}{T_n} \leq [\sigma_{F \max}] \quad (3.7.13)$$

Розрахуємо напруження згину в зубцях шестерні:

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{W_{Ft}}{m}, \quad (3.7.14)$$

$$\text{де } W_{Ft} = \frac{2 \cdot T_3}{d_{\omega 1} \cdot b_{\omega}} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = \frac{2 \cdot 573 \cdot 10^3}{260 \cdot 80} \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1,2 = 89,3 \text{ МПа} \quad (3.7.15)$$

$$b_{\omega} = \psi_d \cdot d_{\omega 1} = 0,525 \cdot 260 = 136,5 = 80 \text{ мм} \quad (3.7.16)$$

Приймаємо $b_{\omega 1} = 86 \text{ мм}$

$$\sigma_{F1} = 4 \cdot 1 \cdot \frac{89,3}{5} = 71,44 \text{ МПа} < [\sigma_{F1}] = 78 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} = 71,44 \text{ МПа} < [\sigma_{F2}] = 74 \text{ МПа}$$

Напруження згину від максимального навантаження:

$$\sigma_{F1 \max} = 71,44 \cdot 2 = 142,88 \text{ МПа} < [\sigma_{F1}]_{\max} = 320 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F2 \max} = 71,44 \cdot 2 = 142,88 \text{ МПа} < [\sigma_{F2}]_{\max} = 300 \text{ МПа}$$

Перевірочний розрахунок зубців на контактну міцність дією максимального навантаження

Розрахункове напруження від максимального навантаження:

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{\max}}{T_H}} \leq [\sigma_H]_{\max} \quad (3.7.17)$$

Розрахуємо контактне напруження вад номінального навантаження:

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot T_3 \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv}}{b_{\omega} \cdot d_{\omega 1}^2} \cdot \frac{u+1}{u}} \quad (3.7.18)$$

- Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцям

$$K_{H\alpha} = 1,0$$

- Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця:

$$K_{H\beta} = 1,08$$

- Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження:

$$K_{H\nu} = 1,06$$

- Коефіцієнт, що враховує форму спряжених поверхонь:

$$Z_H = 1,76 \cdot \cos \beta = 1,76 \cdot \cos 0^\circ = 1,76 \quad (3.7.19)$$

- Коефіцієнт, що враховує механічні властивості спряжених коліс:

$$Z_M = 275 \text{ МПа}^{1/2}$$

- Коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній:

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} \quad (3.7.20)$$

$$\varepsilon_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cdot \cos \beta = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{52} + \frac{1}{52} \right) \right] \cdot \cos 0^\circ = 1,76 \quad (3.7.21)$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1,76}{3}} = 0,86$$

$$\sigma_H = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,86 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 437 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1,06 \cdot \frac{1+1}{1}}{80 \cdot 260^2}} = 253,2 \text{ МПа}$$

Напруження від максимального навантаження:

$$\sigma_{H \max} = 253,2 \cdot \sqrt{1,6} = 320,3 \text{ МПа} < [\sigma_H]_{\max} = 728 \text{ МПа}$$

Остаточно приймаємо розміри передачі:

$m = 5\text{мм}$; $z_1 = 52$; $z_2 = 52$; $u = 1,0$; $b_{\omega 2} = 80\text{мм}$; $b_{\omega 1} = 86\text{мм}$;

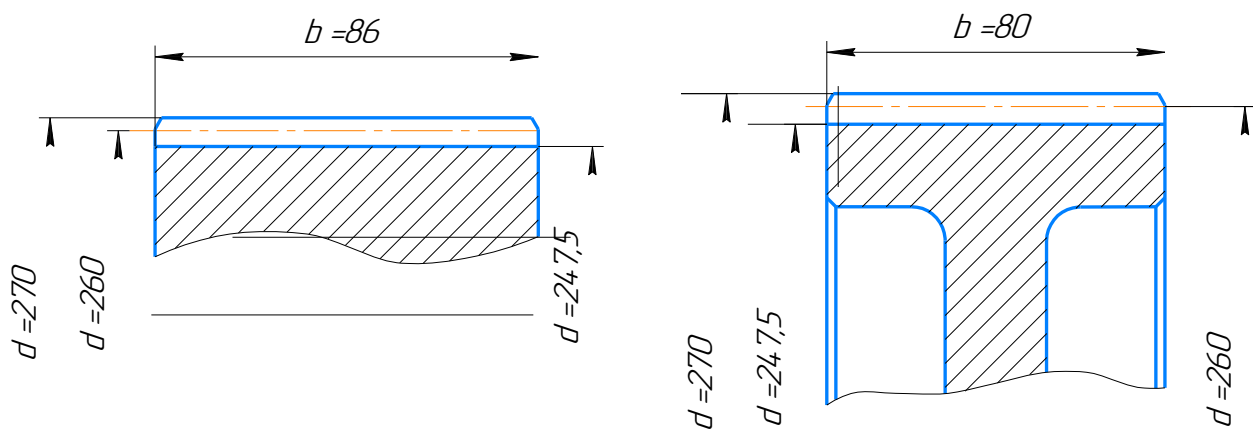


Рис. 3.7 Ескіз зубців прямозубої передачі

Кут нахилу зуба на діаметрі d	$\beta = 0^\circ$
Кут зачеплення в нормальному перерізі	$\alpha_o = \alpha = 20^\circ$
Кут зачеплення в торцьовому перерізі	$\alpha_{ot} = \alpha = 20^\circ$
Міжосьова відстань	$a_o = 0,5m \cdot (z_1 + z_2) = 0,5 \cdot 5 \cdot (52 + 52) = 260 \text{ мм}$
Ділильний і початковий діаметри: Шестерні Колеса	$d_1 = d_{o1} = m \cdot z_1 = 5 \cdot 52 = 260 \text{ мм}$ $d_2 = d_{o2} = m \cdot z_2 = 5 \cdot 52 = 260 \text{ мм}$
Діаметри вершин зубців: Шестерні колеса	$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 260 + 2 \cdot 5 = 270 \text{ мм}$ $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 260 + 2 \cdot 5 = 270 \text{ мм}$
Діаметри западин: Шестерні колеса	$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 260 - 2,5 \cdot 5 = 247,5 \text{ мм}$ $d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m = 260 - 2,5 \cdot 5 = 247,5 \text{ мм}$

3.8. Підбір пневмоциліндрів для механізму нарізання [12]

Данні для розрахунку:

- кут направлення штоку пневмоциліндрів; $\alpha = 270^\circ$;
- маса об'єкту, кг; $m = 50$ кг;
- корисне навантаження при здійсненні робочого ходу, Н; $F_{\text{кор}} = 300$ Н,
- тиск живлення пневмомережі, бар; $P = 3$ бар $= 3 \cdot 10^5$ Па;
- коефіцієнт тертя; $\mu = 0,2$;
- коефіцієнт корисної дії механізму; $\eta = 0,9$

Використовуючи методику інженерного розрахунку пневмоциліндрів, за спрощеною формулою, отримаємо:

$$D = 1,13 \cdot \eta \cdot \sqrt{\frac{F}{k_1 \cdot k_2 \cdot P}}; \quad (3.8.1)$$

Де: k_1 – коефіцієнт тертя в пневмоциліндрі; $k_1 = 0,75 \dots 0,9$;

k_2 – коефіцієнт запасу по зусиллю $k_2 = 0,5 \dots 0,6$;

F – навантаження що діє на шток.

$$F = F_{\text{кор}} + F_G = F_{\text{кор}} + m \cdot g \cdot (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) \quad (3.8.2)$$

$$F = 300 + 50 \cdot 9,81 \cdot (\sin 270^\circ + 0,2 \cdot \cos 270^\circ) = 190,5 \text{ Н};$$

Діаметр поршня пневмоциліндра:

$$D = 1,13 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{\frac{190,5}{0,8 \cdot 0,6 \cdot 3 \cdot 10^5}} = 0,047 \text{ м};$$

3.9. Вибір та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань [10]

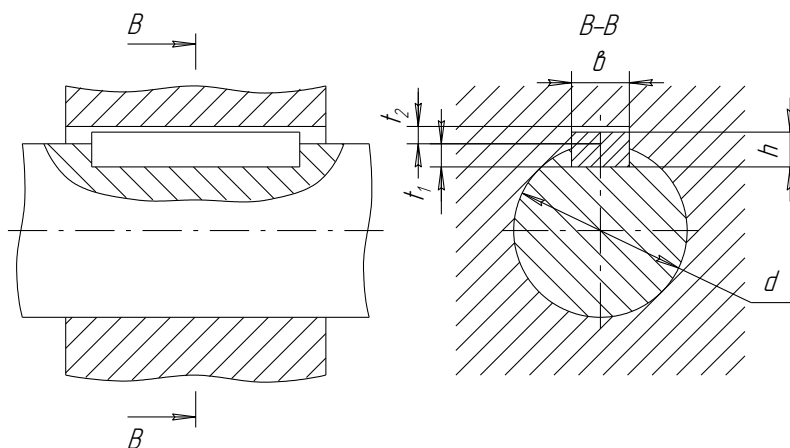


Рис. 3.9.1 Ескіз шпонкових з'єднань

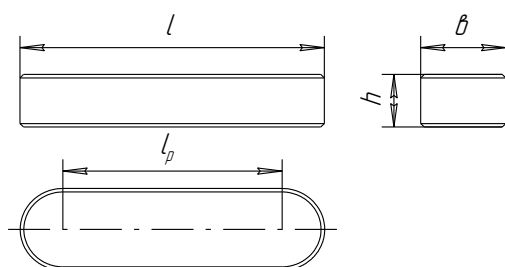


Рис. 3.9.2 Ескіз призматичної шпонки

Для вала діаметром 60мм, геометричні розміри шпонки:

$$b = 18 \text{ мм}; h = 11 \text{ мм}; l = 45 \dots 180 \text{ мм}; t_1 = 7 \text{ мм}; t_2 = 4,4 \text{ мм}$$

З умови міцності на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{P}{A_{зр}} \leq [\tau_{зр}];$$

Де: $A_{зр} = b \cdot l$ – площа зрізу;

$P = \frac{2 \cdot T}{d}$ – сила що діє в зоні зрізу

Для сталі 40ХН $[\tau_{зр}] = 100 \text{ МПа}$

Тоді:

$$l \geq \frac{2 \cdot 386000}{60 \cdot 18 \cdot 100} = 7,15 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань приймаємо $l = 60 \text{ мм}$

Перевіримо шпонку за умовою міцності на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}];$$

Для сталі 40ХМ $[\sigma_{зм}] = 60 \text{ МПа}$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 386000}{50 \cdot 90 \cdot 4,4} = 38,9 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 60 \text{ МПа}$$

3.10. Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів [12]

Для розпилення рідких компонентів потрібно підібрати форсунку. Було підібрано форсунку фірми «Lechler» серії 422. Форсунки цієї серії мають ряд особливостей. Вони мають тангенціальний підвід рідини, відсутність вбудованих елементів, нечутливість до забивання, стабільний кут конуса розпилу, забезпечують рівномірне розпилення.

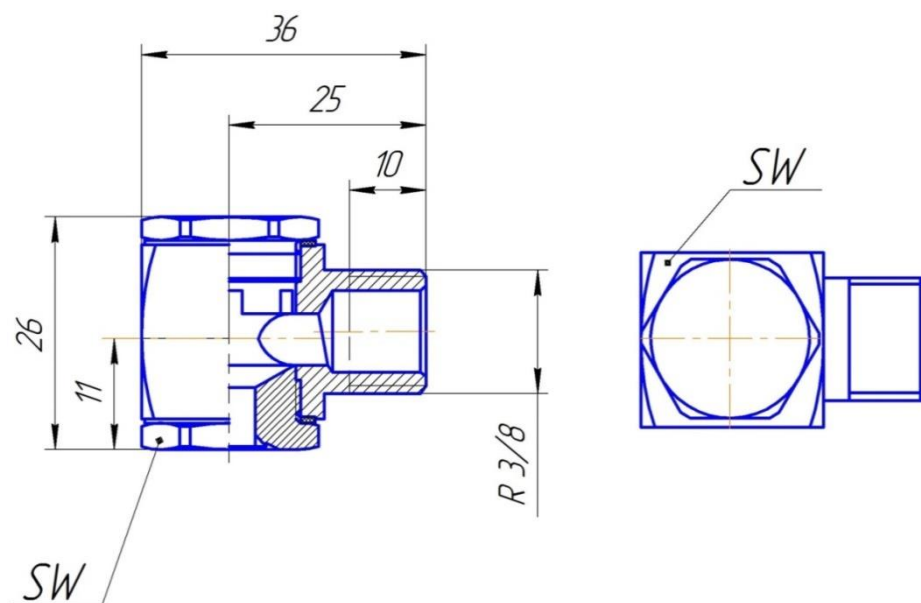


Рис. 3.10 Ескіз форсунки

SW=19

При тиску $P = 1$ бар., буде розпилюватись $V = 2,23$ л/хв. рідини.

Діаметр струменю при $P = 1$ бар та висоті конуса $H = 200$ мм становитиме $D = 380$ мм. Всі данні було взято з каталогу фірми.

Вихід тіста з бродильної ємності в формувальну камеру

Для того щоб тісто заповнювало весь об'єм формувальної камери, було розроблено спеціальний вихід, який дозволяє тісту заповнити формувальну камеру по всій довжині.

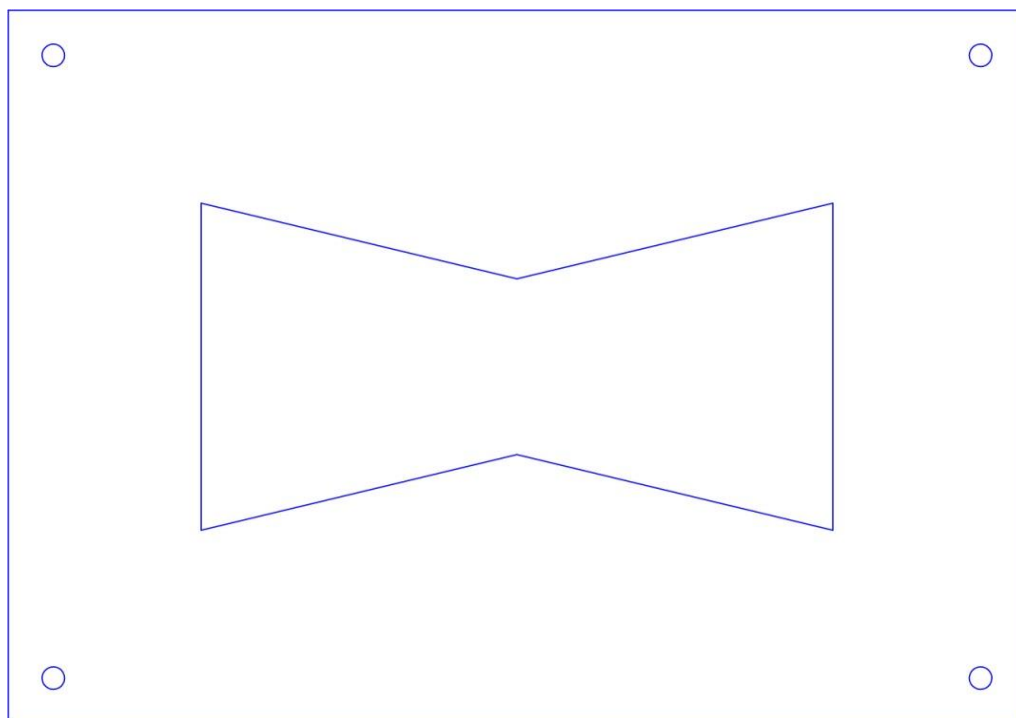


Рис. 3.11 Формувальна щілина

Коефіцієнт розширення буде дорівнювати $k_p=1,15$

Щоб дізнатись коефіцієнт розширення потрібно розрахувати та порівняти площі щілини та формувальної плити.

Розраховуємо площу щілини:

$$S_{щ} = S_{п} + (S_{т} \cdot 4) = 21840 + (2345 \cdot 4) = 31220 \text{ мм}^2 \quad (3.10.1)$$

$$S_{п} = 280 \cdot 78 = 21840 \text{ мм}^2$$

$$S_{т} = \frac{1}{2} \cdot 140 \cdot 33,5 = 2345 \text{ мм}^2$$

Розраховуємо площу формувальної плити:

$$S_{ф} = 600 \cdot 60 = 36000 \text{ мм}^2$$

Отже:

$$\frac{S_{ф}}{S_{щ}} = \frac{36000}{31220} = 1,15$$

4. Підбір конструкційних матеріалів

Підбір матеріалів, що застосовуються в харчовому машинобудуванні під час конструювання машин та апаратів, зумовлений наступними основними факторами:

- допустимістю контакту з харчовими продуктами;
- економічною доцільністю застосування;
- вимогами до надійності та довговічності устаткування.

Основні вузли екструдера — це цільно-зварні конструкції зі сталі.

Екструдер складається з металевого корпусу із нержавіючої сталі, робочих органів-шнеків з нагнітачем вкінці.

Основні вимоги до стінок екструдера це - корозійна стійкість та міцне зварювання. Корпус екструдера щоденно підлягає санітарній обробці, яка включає в себе миття агресивними середовищами, тому для його виготовлення вибираємо корозієстійку сталь аустенітного класу 12Х18Н10Т, яка є найбільш поширеним матеріалом, з якого виготовляють деталі для машин харчової промисловості.

Матриці, через які проходить тісто, повинні мати хімічну стійкість, низькі адгезійні властивості, стійкість проти спрацювання, тому виготовляємо їх з фторопласту Ф-4. Всі інші деталі, з якими контактує тісто (шнеки, решітки), виготовляємо з інструментальної сталі Х12М, яка має велику твердість та корозійну стійкість.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 4. Підбір конструкційних ма- теріалів	160165.ДП.07.004.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/2

Деталі, що не контактують з тістом, виготовляють з дешевої, вуглецевої, конструкційної сталі звичайної якості Ст5. Матеріал з якого виготовляють зубчасті колеса повинен мати достатню міцність, ударну в'язкість, легко піддаватись механічній обробці, тому для їх виготовлення доцільно буде використати сталь 45, або 40Х, 40ХН і піддавати гартуванню з високим відпуском. [13]

Використані матеріали, їхні ДСТУ і ТУ наведені в табл.5.1.

Перелік матеріалів використаних в обладнанні

Таблиця 4.1

Найменування матеріалу, марка	Найменування деталі	ДСТУ, ТУ
12Х18Н10Т	Корпус ЗБФА.	ДСТУ 5582-75
Х12М	Розподільвач, решітки, шнек, ніж, пуансони	ДСТУ 1435-74
Ст.45	Зубчасті колеса.	ДСТУ 1050-88
Ст.5	Опори, рама.	ДСТУ 380-94
Ф-4	Матриці.	ДСТУ 10007-80

5. Технологія виготовлення окремої деталі

Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів

Під час розроблення проекту “ЗБФА” з механізмом нарізання, було розглянуто вузол редуктора. Деталь «Зубчасте колесо» є однією із головних деталей конструкційного вузла і призначена для передачі обертового руху від валу двигуна до валу шнека.

«Зубчасте колесо» - деталь у вигляді диска з зубами на циліндричній поверхні. На торцевій поверхні знаходяться 4 полегшуючі отвори для зменшення використання матеріалу. Для фіксації на валу в отворі Ø60 знаходиться шпонковий паз.

«Зубчасте колесо» не контактує з агресивним середовищем, має невелику частоту обертання (30 об/хв) проте має забезпечувати довготривалу безперервну роботу та сприймає значні навантаження. В якості заготовки краще використати литво. Виходячи з аналізу характеристик середовища, в якому працює деталь, та усіх факторів які впливають на неї, враховуючи властивості тих чи інших матеріалів для виготовлення підходить сталь 45Л – ливарна сталь. Ливарні властивості сталей значно гірше, ніж чавунів. Труднощі при литті створюють висока температура плавлення, низька рідинотекучість, велика ливарна усадка (до 2,3%) і схильність до утворення гарячих ливарних тріщин. Маловуглицеві сталі застосовують для виготовлення деталей, що піддаються ударним навантаженням.

Термообробка для заготовки: закалка 860°-880° С, відпуск 550°-600° С. [13]

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бойко Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 5. Технологія виготовлення окремої деталі	160165.ДП.07.005.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/15

Перевірка деталі «Зубчасте колесо» на відповідність умов взаємозамінності, надійності та довговічності

Конструкція деталі «Зубчасте колесо» допускає обробку на універсальних верстатах стандартним різальним інструментом. За висновками проведених якісного і кількісного аналізів технологічності конструкції деталі, деталь «Зубчасте колесо» є технологічною. Деталь цілком міцна та жорстка, отже її можна під час обробки затискати як в патроні так і за допомогою прижиму.

Оскільки швидкість руху зубчастих коліс невелика (0,15 м/с) то обираємо ступінь точності передачі – 9-й. Призначаємо розмір $\varnothing 270h9$. Також підвищеної точності потребує розмір під шпонку та вал. Тому призначаємо посадки: для отвору під вал - $\varnothing 60H7$ та перехідну посадку для шпонкового пазу 12N9. Для цих же поверхонь приймаємо шорсткість Ra 3,2. Для поверхні контакту зубців колеса з зубцями шестерні шорсткість Ra 1,6.

Основною поломкою зубчастого колеса є руйнування зубці. Види руйнування зубців:

1) Втомне викришування активних поверхонь зубців – пов'язане з дією циклічно змінних контактних напружень. Це руйнування не завжди небезпечне. При припрацюванні спостерігається обмежене викришування. Небезпечне – прогресуюче руйнування. При наявності мастила – сприятливі умови для розвитку мікротріщин та викришування. Запобігання: обмеження контактних напружень, підвищена твердість, точності виготовлення і монтажу.

2) Поломка зубців а) від великих перевантажень; б) втомна поломка внаслідок дій змінних напружень згину; тріщини виникають в області переходу зубців у обід колеса. Поломки найчастіше мають місце в чавунних колесах і колесах із високою твердістю зубців. Заходи: збільшення модуля, використання додатних коефіцієнтів зміщення при нарізуванні, зміцнення поверхонь в основі зубця, захист від перевантаження, підвищення точності виготовлення та монтажу.

3) Відшарування поверхневих шарів зубців. Через періодичну дію глибинних контактних напружень під зміцненим шаром виникають втомні тріщини (колеса з цементованим, азотованим або поверхнево загартованим шаром). Заходи: потрібно забезпечити відповідно товщину шару та достатню міцність серцевини зубця.

4) Абразивне спрацювання зубців. Основна причина – недостатнє змащування. Суть - в стиранні активних поверхонь, яке залежить від тиску, швидкості ковзання зубців, абразивних частинок. В результаті спрацювання збільшуються зазори, шум, динамічне навантаження, зменшується міцність. Заходи: збільшення твердості поверхонь зубців, використання мастил, захист від попадання абразивних частинок.

5) Пластична деформація зубців може виникнути в зоні контакту зубців
Заходи: збільшення твердості зубців

6) Заїдання спостерігається переважно у високонавантажених і високошвидкісних передачах. Заходи: азотування, ціанування, модифікація профілю, інтенсивне охолодження мастилом. [13]

Розробка робочого креслення деталі «Зубчасте колесо» [14]

На кресленні деталі «Зубчасте колесо» проставлені всі необхідні розміри, які пов'язані з квалітетами точності та відповідними параметрами шорсткості відповідної поверхні. Розташування поверхонь, величина її розмірів, параметра шорсткості і квалітет точності дають можливість оброблювати деталь на універсальному обладнанні. Крім того, при механічній обробці деталі можна контролювати параметри поверхонь не знімаючи деталь з верстату.

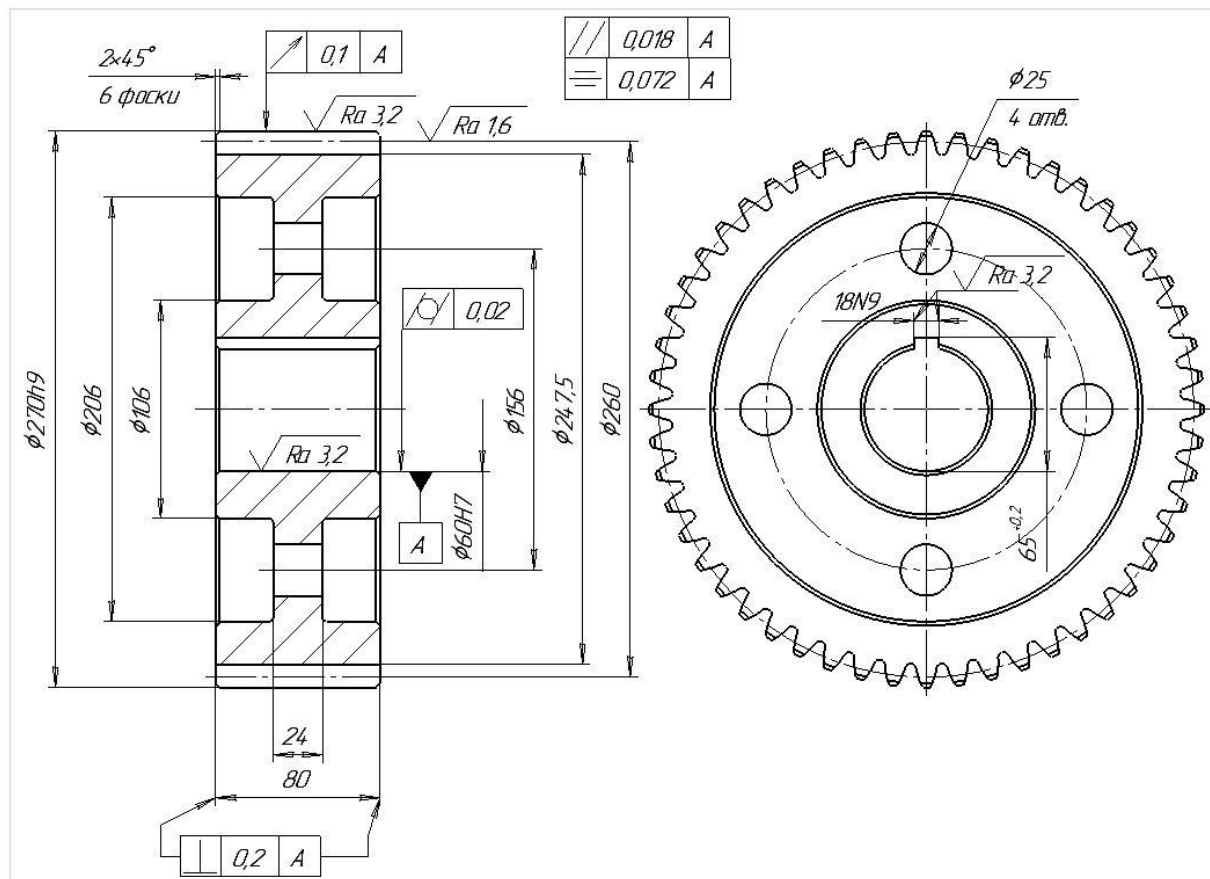


Рис. 5. Креслення зубчастого колеса

Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі «Зубчасте колесо» [14]

При розробленні технологічного маршруту вибирають методи обробки кріплення та базування заготовок, що забезпечують їх надійність установаження та точність виготовлення.

При базуванні на необробленій поверхні керуються такими міркуваннями:

- поверхня повинна мати просту форму і розміри, достатні для стійкого положення при обробленні;
- заготовка не повинна деформуватися елементами кріплення;
- бажано чорновими базами вибирати поверхні, що в подальшому не обробляються.

Результати проведеного аналізу є основою для встановлення методів кінцевої обробки, послідовності обробки поверхонь, а також аналіз їх шорсткості та показників шорсткості, технічних вимог.

Для заготовки обрано литво з сталі 45Л.

Хімічний склад матеріалу заготовки фланця

Таблиця 5.1

Матеріал	C%	Si%	Mn%	S%	P%	Ni%	Cr%
Сталь 45Л	0,22-0,30	0,17-0,37	0,5-0,8	0,04	0,035	0,3	0,25

Характеристика механічних властивостей

Таблиця 5.2

Матеріал	Рекомендовані режими термічної обробки	Характеристики механічних властивостей				
		δ_B кгс/мм ²	δ	ψ	α	НВ
Сталь 45Л	Закалка 870°-890° відпуск 610°-630°	50	22	33	3,5	131-207

Розроблений технологічний маршрут повинен буде оптимальний за техніко-економічними показниками з врахуванням типу виробництва, матеріалу деталі та аналізу на технологічність та представлений у пояснювальній записці у вигляді таблиці.

Таблиця 5.3.

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Лиття в земляну форму .
10.1	Відлити заготовку	Ø276 мм, L=86 мм. Сталь 45Л ГОСТ 2590-88
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.(1) Z = 3 мм.	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\phi=45^\circ$ ШЦ1
20.2	Точити пов.(2) Ø272 _{-1,0} , начорно	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\phi=45^\circ$ ШЦ1
20.3	Точити пов.(2) Ø270h9, начисто.	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\phi=45^\circ$ ШЦ1

Продовження табл. 5.3

20.4	Розсвердливати отв. $\varnothing 55^{+0,43}$, пов.(3)	Свердло $\varnothing 50$, Р6М5
20.5	Розточити отв. $\varnothing 58$ мм. пов. (3)	Різець розточний Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 95^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
20.6	Розточити отв. $\varnothing 59,7$ мм. пов. (3)	Різець розточний Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 95^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
20.7	Розвернути отв. $\varnothing 59,93$ пов.(3)	Чорнова розвертка $\varnothing 59,93$, Р6М5
20.8	Розвернути отв. $\varnothing 60H7$ пов.(3)	Чистова розвертка $\varnothing 60H7$, калібр пробка $\varnothing 60H7$
20.9	Зняти фаску 2,5x45 пов.(6).	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
20.10	Зняти 3 фаски 2,5x45.	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.(1) $z=3$ мм.	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
30.2	Зняти 3 фаски 2,5x45.	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
30.3	Зняти фаску 2,5x45	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ ШЦ1
50	Протягувальна (УЗЗ)	Горизонтально-протяжний верстат, 7Б510 Оправка.
50.1	Протягнути шпонковий паз $b=12$ мм.	Протяжка шпоночна, комбінована, з вигладжуючим зубом, Р14Ф4; $\gamma = 15^\circ$, $\alpha_p = 3^\circ$, $\alpha_k = 2^\circ$, ГОСТ 9788-68
60	Зубофрезерна (УЗЗ)	5К324А Оправка, упор, прижим.
60.1	Фрезерувати зубці $m = 5$, $z = 52$	Фреза черв'ячна, $m = 5$, $z = 52$, коротка, ГОСТ 9324-60
70	Мийна	Мийна машина

Продовження табл. 5.3

70.1	Промити деталь	
80	Слюсарна	Верстак
80.1	Зняти задирки і при- тупити гострі кромки	
90	Контрольна	Стіл контролера

5.1 .Розрахунок операцій**Токарна операція****Перехід 20.1 Торцювати пов.1.**

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

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} \cdot K_V = \frac{304}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 1^{0,4}} \cdot 1,06 = 120,5 \text{ м/хв.} \quad (5.1.1)$$

Поправочний коефіцієнт для сталі

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,02 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,06$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{730} \right)^1 = 1,02$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 113,7}{3,14 \cdot 276} = 131,2 \text{ об/хв.} \quad (5.1.2)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 125$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 276 \cdot 125}{1000} = 108,33 \text{ м/хв.} \quad (5.1.3)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 276 + 2 + 3 = 281 \text{ мм} \quad (5.1.4)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 276$ 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

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{281}{125 \cdot 1,0} = 2,2 \text{ хв.} \quad (5.1.5)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв.} \quad (5.1.6)$$

$t_1 = 0,11$ 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) $\emptyset 272_{-1,0}$, начорно.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{276 - 272}{2} = 2$ мм.

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

Визначаємо швидкість різання

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

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 96,6}{3,14 \cdot 276} = 130,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 125$ об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 276 \cdot 125}{1000} = 92,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 276 + 2 + 2 = 280 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 276$ 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

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{280}{125 \cdot 1,0} = 2,2 \text{ хв}$$

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.

Прехід 20.3 Точити пов.(2) $\varnothing 270h9$, начисто.

Приймаємо глибину різання $t = \frac{272 - 270}{2} = 1$ 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

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 163,8}{3,14 \cdot 272} = 224,9 \text{ об/хв}$$

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

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 272 \cdot 200}{1000} = 145,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

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

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

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

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

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

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – 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 20.4 Розсвердлити отв. $\text{Ø}55^{+0,43}$, пов.(3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{55 - 50}{2} = 2,5 \text{ мм}$.

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

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

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

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

де $T = 70 \text{ хв}$. – стійкість свердла (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{св}} = \frac{1000 \cdot 184,4}{3,14 \cdot 55} = 1067,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{св} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 1000}{1000} = 172,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

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

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

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

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 6 \text{ мм}$

Основний час на перехід 20.4

$$t_0 = \frac{L_3}{S_г \cdot n_г} = \frac{92}{0,5 \cdot 1000} = 0,18 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 20.4

$$t_{д1} = 0,08$$

Перехід 20.5 Розточити отв. Ø58 мм. пов. (3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{58 - 55}{2} = 1,5 \text{ мм}$.

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

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

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

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 133}{3,14 \cdot 58} = 730 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 630 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58 \cdot 630}{1000} = 114,7 \text{ м/хв}$$

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 $l_{ДЕТ} = 83$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1,5$ мм

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{86,5}{630 \cdot 0,5} = 0,27 \text{ хв}$$

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 20.6 Розточити отв. Ø59,7 мм. пов. (3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{59,7 - 58}{2} = 0,85$ мм.

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

Приймаємо $S_B = 0,5$ мм/об

Визначаємо швидкість різання табл. №20

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

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 144,9}{3,14 \cdot 59,7} = 772,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 630$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 59,7 \cdot 630}{1000} = 118,1 \text{ м/хв}$$

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

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{85,85}{630 \cdot 0,5} = 0,27 \text{ хв}$$

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. Ø59,93 пов.(3)

Припуск на оброблення становить $t = \frac{59,93 - 59,7}{2} = 0,115 \text{ мм}$.

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 $T = 70 \text{ хв}$. – стійкість розвертки (табл. 46)

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 7,74}{3,14 \cdot 59,93} = 61,7 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 60$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 59,93 \cdot 60}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

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

Основний час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{124}{2,0 \cdot 60} = 1,03 \text{ хв};$$

Допоміжний час

$$t_{д1} = 0,1$$

Перехід 20.8 Розвернути отв. Ø60H7 пов.(3).

Припуск на оброблення становить $t = \frac{60 - 59,93}{2} = 0,035$ мм.

Приймаємо $S_B = 2,0$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання чавуну

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

де $T = 70$ хв. – стійкість розвертки.

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_p} = \frac{1000 \cdot 8,7}{3,14 \cdot 60} = 69,3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 60$ об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

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

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

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

6. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання

6.1 Монтаж “ЗБФА”

Надійність і довговічність роботи сконструйованого обладнання забезпечується тільки за умови суворого дотримання правил експлуатації, своєчасного, якісного і повного проведення технічного обслуговування і ремонтно-профілактичних робіт, передбачених посібником з експлуатації. До робіт по монтажу, наладці, експлуатації й обслуговуванню обладнання допускаються особи, що вивчили матеріальну частину і пройшли інструктаж із техніки безпеки. Виробничий процес монтажу полягає в установці на фундамент агрегату та мотор-редуктора. “ЗБФА” надходить на монтаж в зібраному вигляді, встановлюється на попередньо підготовленому фундаменті і прикріплюється гайками з шайбою до анкерних болтів. Потім на спеціальному фундаменті встановлюють мотор-редуктор. Перед пуском машини перевіряють затяжку болтових з'єднань: місильних органів, приводу мотор-редуктора, контролюють міцність кріплення підшипників; змащують всі необхідні органи машини; встановлюють огороження приводу і надійно його кріплять; перевіряють натяг приводних механізмів приводу місильних органів, вручну перевіряють, чи вільно обертаються місильні органи. Вмикають машину на холостому ході, короткочасно натискаючи на кнопку "Пуск". При роботі машини не повинно бути стукоту, вібрації. При підключенні мотор-редуктора необхідно перевірити напрямок обертання місильних органів. Потім машину короткочасно прокручують і в разі її нормальної роботи ставлять на обкатку без навантаження протягом 2-3 годин. Після пробного пуску та усунення виявлених недоліків приступають до експлуатації. [9]

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 6. Монтаж, ремонт та експлуатація	160165.ДП.07.006.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова на	Аркуш 1/5

6.2 Експлуатація “ЗБФА”

До правил технічної експлуатації входить забезпечення зовнішніх умов його роботи (відповідність приміщень, чистота, температура, вологість, чистота повітря та інше).

Основні правила експлуатації “ЗБФА”:

- забезпечення належного стану робочого місця;
- підтримка обладнання в чистоті, своєчасне і правильне змащування;
- дотримання допустимих режимів роботи механізмів (навантаження силові, швидкісні, теплові та інші);
- виконання правил управління машиною (пуск, експлуатація, зупинка);
- виконання заходів обумовлених системою планового технічного обслуговування та ремонту обладнання.

Спостереження, за технічним станом обладнання на підприємстві, виконує відділ головного механіка, який не лише контролює умови експлуатації, а й готує пропозиції і технічну документацію щодо покращення стану обладнання. Інспекторська служба цього відділу має право зупиняти машини і агрегати при незадовільному їх стані, невірній експлуатації або порушенні графіків планово запобіжного ремонту.

Робітник (оператор) повинен знати конструкцію і взаємодію основних механізмів машин, вміти їх налаштовувати, виконувати дрібний ремонт, підтримувати в належному стані робоче місце. Від знання і виконання правил експлуатації обладнання кожним робітником, залежить технічний стан агрегату. Догляд за “ЗБФА” має суттєве значення для збереження його працездатності. При належному догляді можна значно збільшити термін служби агрегату до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник зобов'язаний оглянути агрегат і перевірити його робочий стан, оглянути місця змащування, наявність в них мастила. [9]

При виявленні будь-яких пошкоджень або несправностей робітник доповідає про це майстру. На протязі робочої зміни необхідно виконувати змащення всіх місць, указаних картою змащення даного агрегату, і маслом, вказаним в інструкції. При централізованому змащенні необхідно слідкувати за тим, щоб масляний резервуар завжди був заповнений мастилом.

6.3 Ремонт “ЗБФА”

Під час роботи “ЗБФА” треба слідкувати за характером роботи агрегату. Потрібно слідкувати за температурою підшипників. При появі стороннього шуму в працюючому механізмі необхідно зупинити машину і провести необхідне регулювання. При дрібних пошкодженнях, що не викликають простою, потрібно швидко замінити пошкоджену деталь. Ремонт та технічне обслуговування полягає у комплексі операцій по підтримці працездатності або справності обладнання при його експлуатації за призначенням, зберіганні та транспортуванні. Технічне обслуговування обладнання під час його використання за призначенням виконується відповідно до інструкції по експлуатації, розробленої заводом-виробником. У комплекс робіт по ремонту та технічному обслуговуванню, що знаходиться в експлуатації, входять: технічний огляд а вразі виявлення несправності, його ремонт. Технічний догляд, що включає роботи по дотриманню правил пуску, експлуатації та зупинки обладнання, своєчасне змащення окремих вузлів, підтримка належного санітарного стану робочого місця тощо. На кожному робочому місці має бути інструкція технічного догляду за агрегатом. Технічний догляд виконується операторами та іншими робітниками, які безпосередньо працюють на агрегаті. Технічний нагляд виконується бригадою ремонтників у складі чергових слюсарів, електриків, мастильників та інших. При технічному нагляді виконуються роботи, без яких неможлива нормальна експлуатація обладнання між плановими ремонтами.

До таких робіт відносяться: регулювання окремих механізмів, підтягування різьбових з'єднань, догляд за арматурою. Більшість таких робіт виконується за потребою відповідно до інструкцій по експлуатації. Підвищення якості обслуговування, постійний контроль за експлуатацією обладнання дозволяють зменшити кількість позапланових ремонтних робіт. До виробничого процесу ремонту ЗБФА входять основні технологічні процеси: очищення, розбирання, миття, контроль-сортування, ремонт і відновлення деталей та спряжень, комплектування, складання, обкатка та інше, а також підготовчі та супутні процеси: матеріально-технічне постачання, забезпечення функціонування верстатного та іншого обладнання, доставка і відправлення об'єктів, що ремонтуються (при умові транспортування об'єктів ремонтним підприємством), та інше. Перед ремонтом "ЗБФА" необхідно провести огляд обладнання і виявити всі дефекти. Дефекти виявляють під час огляду, а також на основі аналізу записів в журналі механіка та слюсарів-ремонтників. До початку ремонту заготовляють змінні деталі та інструменти. Перед ремонтом агрегату і його розбиранням, обладнання відмикають від електромережі, сітки технологічних комунікацій, від'єднують привід, роз'єднують напівмуфти валу двигуна, спорожняють мастило з резервуарів системи мащення. На силовому шиті електроживлення вивішують табличку: «Не вмикати - працюють люди». [9]

6.4 Основні правила розбирання “ЗБФА”:

- розбиранню підлягає лише той вузол або той механізм, який підлягає ремонту (повне розбирання виконується лише при капітальному ремонті);
- перед розбиранням необхідно ознайомитись з технічним паспортом, кінематичною схемою, кресленнями основних деталей і визначити порядок розбирання. Рекомендується також попередньо скласти план розбирання по одному із методів: послідовному чи паралельно-послідовному;
- в процесі розбирання проводиться та складається відомість дефектів;
- починають розбирати агрегат із зняття кожухів, кришок, запобіжних щитків, щоб відкрити доступ до вузла, що підлягає розбиранню;
- в разі розбирання декількох вузлів, деталі кожного з них складаються при зніманні громіздких деталей і вузлів необхідно користуватися вантажопідійомними механізмами;
- для полегшення розбирання спряжень, потрібно користуватись спеціальними пристроями, знімачами, інструментами та спеціальними механізмами. [9]

7. Заходи з охорони праці, техніки безпеки

Система управління охороною праці (СУОП) підприємства - це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, запобігання травматизму та профзахворювань, а також додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

До основних функцій управління охороною праці належать:

- прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- організація та координація робіт;
- облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- стимулювання діяльності з охорони праці.

14 жовтня 1992 року були прийняті Закон України „Про охорону праці” і „Кодекс законів про охорону праці”. З 5 грудня 2019 року діє новий Закон України „ Про охорону праці” з поправками та корективами, метою яких є врегулювання та встановлення відповідних умов праці персоналу. [15]

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва 7. Заходи з охорони праці, техніки безпеки	160165.ДП.07.007.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/10

Аналіз основних технологічних процесів і обладнання з метою виявлення небезпечних і шкідливих чинників для працівників

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

У робочій зоні можливий вплив таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів: підвищення температури повітря (при порушенні експлуатації устаткування і несправності вентиляції); обертові частини електроприводів при відсутності або несправності захисних засобів; механізм нарізання при відсутності або несправності захисних засобів. Для дотримання нормальних умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи. [15]

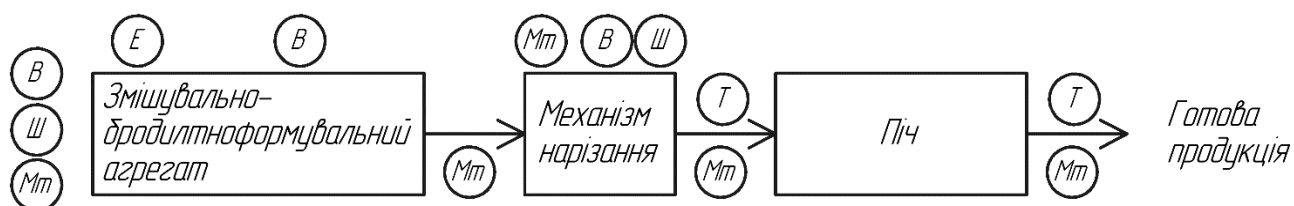


Рис.7 Небезпечні чинники на лінії виробництва галет

Для зручності наявним у цеху шкідливим і небезпечним чинникам присвоїли символи:

Ш – шум, В – вібрація, Мт – механічні травми, Е – електробезпека,
Т – виділення тепла.

Мікроклімат

Нормальне самопочуття людини під час виконання роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: температурою повітря в приміщенні, С; відносною вологістю повітря, %; рухливістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням Вт/м, згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Значення параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату. Відповідно вимогам до умов мікроклімату дільниці випікання вентиляція повинна забезпечити температуру повітря 17...19°C у зимовий час і 21...23°C в теплу пору року, при швидкості повітря 0,2...0,3м/с. Вологість в приміщенні підвищена і тому непотрібне зволоження повітря в системі вентиляції. [15]

Допустимі норми мікроклімату подані в таблиці.

Допустимі норми мікроклімату

Таблиця 7.1

№ по р.	Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С На робочих місцях				Віднос на вологість ф, %	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя		Нижня границя			
			Постійних	Непостійних	постійних	Непостійних		
1	Оператор ЗБФА	Іа	Холодна пора року				75	до 0,2
			25	26	22	20		
			Тепла пора року					
			26	28	25	22	60(при 27 °С)	0,1-0,3
2	Оператормеханізму нарізання	Іа	Холодна пора року				75	до 0,3
			25	26	22	20		
			Тепла пора року					
			26	28	25	22	65(при 26°С)	0,2-0,4
3	Пекар	Іб	Холодна пора року				75	до 0,3
			30	32	25	23		
			Тепла пора року					
			35	40	27	28	65(при 26°С)	0,2-0,4

Шум

Шум в на дільниці виробництва галет не перевищує нормативний.

Перевірка шуму та вібрації на робочих місцях повинна проводитись не рідше одного разу на рік, постійних робочих місць і робочих зон у виробничих приміщеннях становить 80 дБ. [15]

Допустимі норми шуму для вибраних професій подано в таблиці.

Допустимі норми шуму

Таблиця 7.2

№ п/ п	Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами (Гц)									Рівень звуку, дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Оператор ЗБФА	100	95	90	84	79	78	75	74	72	80
2	Оператор ме- ханізму нарізання	100	95	90	84	79	78	75	74	72	80
3	Пекар	100	95	90	84	79	78	75	74	72	80

Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на без ударні;
- звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змазка ударних деталей в'язкими рідинами.
- своєчасні виявлення та усунення несправностей пневматичної системи гільйотинного механізму.

Вібрація

Вібрація буває локальна і загальна. Обладнання цеху бродильно-формуальної ділянки не потребує постійного ручного керування або безпосереднього контакту з людиною тому воно створює загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент або підлогу, а через підлогу діє на людину. В нашому випадку загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент тобто на підлогу створює БФА.

ДСТУ 12.1.012:2008 ССБТ. "Вібраційна безпека. Загальні вимоги"

1. Застосування обладнання та інструментів з параметрами вібрації, що не перевищують ДСТУ 12.1.012:2008 ССБТ.

2. Застосування зниження рівня вібрації шляхом переводу енергії механічного коливання в інші види енергії, найчастіше в теплову. [15]

Освітлення

На території бродильно-формуальної ділянки застосовується два види освітлення – природне (комбіноване) і штучне. Освітлення відповідає вимогам "Державних будівельних норм" ДБН В.2.5-28-2006.

Природне освітлення забезпечується через великі вікна. З часом через забрудненість скла ефективність природного освітлення знижується. Необхідно не рідше, як два рази на рік очищати скло. Також велике значення для природного освітлення мають чистота і колір стін та стелі приміщення.

Штучне освітлення утворюється штучними джерелами світла і розподіляється на робоче, аварійне та охоронне. Типи світильників вибрані у відповідності з характеристикою і призначенням приміщень. Розміщення світильників рівномірне по всій площині цеху. Очищення світильників повинен робити електрик 1 раз на місяць.

Контроль за освітленістю потрібно проводити не рідше ніж один раз на три місяці. Включення загальної системи - централізоване. Штучне освітлення представлено люмінесцентними лампами, які встановлені поблизу робочих місць. Люмінесцентне освітлення цеху 200 лк. На території бродильно-формуальної ділянки передбачено аварійне освітлення. Воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак ПУЕ (за "Правилами улаштування електроустановок"). Норма аварійного освітлення 75 лк. Для проведення ремонтних робіт проведено мережу ремонтного освітлення. Мережа ремонтного освітлення працює при напрузі 36 В. Живлення здійснюється від понижуючих трансформаторів. Для вибраних професій цеху наводимо норми штучного освітлення робочих місць. [15]

Допустимі норми освітлення

Таблиця 7.3

№	Професія	Точність зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк	
					Комбінована: Газорозрядні лампи.	Загальна: Газорозрядні лампи.
1	Оператор ЗБФА	Малої точності	V	в	400	200/150
2	Оператор механізму нарізання	Малої точності	V	в	400	200/150
3	Пекар	Малої точності	V	в	400	200/150

Електробезпека

Бродильно-формувальна дільниця по небезпеці ураження людини електричним струмом та залежно від стану виробничого середовища за "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ) відноситься до категорії з підвищеною небезпекою. [15]

Задля забезпечення електробезпеки потрібно проводити такі заходи:

- заземлення всіх металевих не струмоведучих конструкцій елементів електрообладнання;
- швидкодіюче автоматично-захисне відключення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- захисне розділення мережі;
- блокувально-попереджувальна сигналізація з написами і плакатами;
- використання захисних засобів і пристроїв;
- проведення планово-попереджувальних ремонтів та профілактичних випробувань електричного обладнання тільки за відімкненого електричного живлення;
- проведення організаційних заходів (навчання, інструктажі, атестація).

Розміщення та безпечна експлуатація технологічного обладнання

При розміщенні обладнання дотримані вимоги "Санітарних норм і правил" СНиП 2.09.02-85* «Виробничі будівлі» Зміна № 1 від 21.10. 2004 року, по ширині проходів між обладнанням, що має електропривід, та будівельними конструкціями повинен бути вільний підхід з усіх сторін шириною не менше 1м.

Всі рухомі та струмоведучі частини та частини обладнання, що обертаються – огорожені. Передбачено блокування огорожуючих частин з приводом. Блокування забезпечує відключення електродвигуна при знятті огороження. На території бродильно-формувальної ділянки застосовується обладнання з електродвигунами, тому до нього висуваються жорсткі вимоги з експлуатації та охорони праці.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

Територія цеху по виробництву галет, що знаходиться в складі хліб-заводу, відповідає "Державним будівельним нормам" ДБН В.2.2-28-2010. На хлібзаводі для забезпечення санітарно-гігієнічних норм передбачені такі побутові приміщення: роздягальні, душові, санвузли, кімната відпочинку, приміщення для прання спецодягу.

Побутові приміщення розміщуються в одній будівлі з виробничим і забезпечуються припливно-витяжною вентиляцією. В адміністративному приміщенні хлібзаводу розміщені медпункт та пункт громадського харчування.

Виходячи з нормативних даних потрібно передбачити: гардеробну з індивідуальною шафою для кожного працівника. До гардеробних мають приєднати душові. У гардеробних мають бути встановлені по одному умивальнику. Вбиральня може бути одна для чоловіків і жінок, але з тамбуром, що закривається, та умивальником.

Пожежна безпека

Територія бродильно-формуальної ділянки, що входить до складу цеху по виробництву галет, по вибухо-пожежній безпеці відноситься до категорії “В” згідно з нормами технологічного проектування НАПБ Б.03.002-2007.

Ступінь вогнестійкості будівлі для основних цехів не повинен бути нижче III згідно зі "Державними будівельними нормами" ДБН В 1.1-7-2002.

Згідно з "Правилами улаштування електроустановок" ПУЕ клас приміщення та зони вибухопожежної небезпеки – В-Іа.

Для своєчасного оповіщення про пожежу в цеху передбачена автоматична пожежна сигналізація. В якості автоматичних оповіщувачів прийняті теплові пожежні оповіщувачі АТП-ЗМ. Для ліквідації пожежі в цеху є первинні засоби первинного пожежогасіння. Це пожежні стволи разом з пожежними рукавами, внутрішні пожежні трубопроводи, вогнегасники, лопати, відра, сухий пісок, азбестові ковдри, а також інструменти для розбирання будівельних конструкцій.

Розрахунок необхідної кількості води для трьох часового пожежогасіння.

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, (\text{м}^3); \quad (7.1)$$

де: 3 – розрахунковий час гасіння пожежі, год;

3600 та 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно години в секунди і літрів в м³.

n_1 – витрата води на внутрішнє пожежогасіння, л/с ; $n_1 = 5$ л/с ;

n_2 – витрата води на зовнішнє пожежогасіння, л/с.

Виходячи з того що відділення пожежонебезпекою відноситься до категорії “В”, ступінь вогнестійкості - “III”, та об’єм приміщення рівний:

$$V_{\text{пр}} = L \cdot S \cdot H$$

де L- довжина; S- ширина; H- висота цеху;

$$V_{\text{пр}} = 102 \cdot 54 \cdot 6 = 33048 \text{ м}^3, \text{ то } n_2 = 20 \text{ л/с.}$$

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 20)}{1000} = 270 \text{ м}^3;$$

Приймаємо об’єм резервуара з водою 300 м³.

У разі пожежі або інших нестандартних ситуацій у цеху має бути не менше двох шляхів евакуації людей. Розташовують виходи з протилежних сторін будівлі або розосереджено. У разі потреби одним з шляхів евакуації може бут вікно з пожежною драбиною або східцями, що ведуть на подвір’я.
[15]

Пропозиції щодо покращення умов праці

1. забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи;
2. для запобігання травмування та виникнення травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані;
3. максимально механізувати та автоматизувати виробничі процеси;
4. оптимізувати метеорологічні умови у приміщеннях за допомогою вентиляції і кондиціонування повітря;
5. раціоналізувати режими праці та відпочинку;
6. забезпечити контроль за використання засобів індивідуального та колективного захисту, спецодягу і спецвзуття.

Висновки

В даному дипломному проекті розроблено змішувально-бродильно-формувальний агрегат з механізмом нарізання для виробництва галет, що дає змогу поєднати всі операції приготування та оброблення тіста в одному агрегаті, значно зменшити виробничі площі, механізувати роботу, створити компактну та функціональну лінію з мінімальними затратами електроенергії. Таким чином результат полягає у суміщенні технологічних операцій змішування, бродіння, формування і розрихлення в одному агрегаті безперервної дії, який значно знижує витрати на експлуатацію обладнання.

Основною з переваг “ЗБФА” є інтенсифікація процесу замішування тіста, чим підвищується його якість, а й відповідно і готової продукції, скорочується тривалість процесу виробництва. У дипломному проекті виконані розрахунки, які підтверджують доцільність та працездатність “ЗБФА”. Таким чином агрегат має ряд переваг, що дає можливість впровадження його для виробництва.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва Висновки	160165.ДП.07.000.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/1

Список використаної літератури

1. Технологічне обладнання харчових виробництв. Методичні вказівки до виконання курсового проекту – В.Л. Яровий, Р.Л. Якобчук, Д.М. Люлька. – К: НУХТ 2010, 28 с.
2. Ковбаса В.М., Дорошевич А.М., Хіврич Б.І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів. – К.: Укр.ІНТЕІ., 1995. – 64с
3. Смесительные машины в хлебопекарной и кондитерской промышленности / А.Т. Лисовенко, И.Н. Литовченко, И.В. Зирнис и др.; Под ред. А.Т. Лисовенко. – К.: Урожай, 1990. – 192 с.
4. Остриков А.Н. Экструзия в пищевой технологии/ А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288с.
5. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 208 с.
6. Патент на полезную модель 2274551 Россия, В29С47/52, В29С47/10, А23Р1/12, А21С11/16; Валково-шестеренный экстурдер/ Ханин В.П., Шрейдер М.Ю., Коротков В.Г., Петров В.П., Сидоренко Г.А.; ОГУ. – Заявл. 21.10.2004 ; Оpubл. 20.04.2006.
7. Патент на корисну модель 25943 Україна, МПК А21С11/08, А21С/13/00; Бродильно-формуєчий агрегат / Теличкун В.І., Чепелюк О.О., Шкляр С.В., Теличкун Ю.С., Губеня О.О.; НУХТ. - Заявл.27.04.2007 ; Оpubл. 27.08.2007, Бюл. №13.
8. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: Навч. посіб. — К.: Руслана, 1998. — 416 с. Гальперин Д.М., Горбатов В.М.,
9. Монтаж, наладка, експлуатація и ремонт обладнання.- М.: Пищевая промышленность, 1975-576с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Корнієнко Л.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Карпенко Є.В.	Назва, додаткова назва Список використаної літератури	160165.ДП.07.000.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/2

10. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.-Х.: Высшая школа . Из-во при ХГУ, 1988.-142с.
11. Російсько-український словник технічних термінів у хлібопекарському, кондитерському та макаронному виробництвах / Уклад. О.А. Руденко-Грицюк. — К.: УДУХТ, 1998. — 26 с.
12. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / За ред. О.Т. Лісовенка. — К.: Наук, думка, 2000. — 282 с.
13. В.В Попович, А.І Кондир. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Словник-довідник — К.: Світ, 2010. — 100 с.
14. Методичні рекомендації “Технологіні основи машинобудування” – В.Г Мирончук, Є.В Штефан, О.А Литвиненко, Ю.І Бойко – К: НУХТ 2013, 31 с.
15. Володченкова, Н. В. Основи охорони праці : конспект лекцій для студентів напряму 6.051701 "Харчові технології та інженерія" денної та заочної форм навчання / Н. В. Володченкова, О. В. Євтушенко. - К.: НУХТ, 2013. – 79 с.