

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

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

« ___ » _____ 2022р.

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

« ___ » _____ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Розроблення ЗБФА з виробництва багетів для печі шириною поду 0,6м

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ОХ-4-7ск

_____ Біда Богдан Тарасович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Десик Микола Григорович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Юрій Бойко _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

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

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

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ - 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут *ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого*

Кафедра *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*

Освітній ступінь *бакалавр*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*

(код і назва)

Освітньо-професійна програма *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олександр Гавва

“ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Біда Богдан Тарасович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розроблення ЗБФА з виробництва багетів для печі шириною поду 0,6 м*

керівник роботи *Десик Микола Григорович, доцент, к.т.н.*

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “31” березня 2022 року № 167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи *01 червня 2022 р.*

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Анотація. Вступ. 1.Огляд тістомісильних машин. 2.Техніко-соціальне обґрунтування проекту змішувально бродильноформульовального агрегату. 3. Будова та принцип дії агрегату що розробляється. 4.Підбір конструкційних матеріалів. 5.Розрахункова частина . 6.Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання. 7.Розробка технологічного процесу виготовлення вилки. 8.Охорона праці. 9.Висновки 10.Список використаної літератури.*

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд тістомісильної машини безперервної дії, ЗБФА розріз, Гільйотинний механізм різання, технологічний маршрут виготовлення вилки.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 5 квітня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.22</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.22</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>29.04.22</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.22</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>02.05.22</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>04.05.22</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>06.05.22</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.05.22</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>12.05.22</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>14.05.22</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>15.05.22</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>16.05.22</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>17.05.22</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>18.05.22</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>19.05.22</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.05.22</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.06.22</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

(підпис)

Богдан Біда

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола Десик

(ім'я та прізвище)

Анотація

В хлібопекарній промисловості найбільш трудомістке виробництво мають спеціальні сорти хлібних виробів: бубличні і сухарні вироби, соломка, хлібні палички, галети та інші. Це пов'язано з більш складною технологічною схемою виробництва і недостатнім рівнем її механізації. Тому при виконанні дипломного проекту ми звернули увагу на механізацію виробництва цих сортів хлібних виробів, а саме галет з житньо-пшеничного борошна.

Нами створена конструкція змішувально-бродильноформуального агрегату (ЗБФА) з гільйотинним механізмом відрізання, для виробництва галет. Даний агрегат дає змогу забезпечити одночасно змішування компонентів, пластифікацію тіста, його виброджування та формування тістових джгутів на під печі з подальшим його нарізанням на заготовки. Таким чином встановлення даного агрегату з механізмом відрізання дозволяє замінити обладнання для інтенсивного замішування тіста, його дозрівання та оброблення.

В дипломному проекті представлено також розділи по охороні праці та технології виготовлення деталі «Вилка».

Графічна частина складається з 4 листів.

Ключові слова: тісто, замішування, бродіння, формування.

Annotation

In the baking industry, the most labor-intensive production has special varieties of bread products: bread and crackers, straws, bread sticks, crackers and others. This is due to the more complex technological scheme of production and the insufficient level of its mechanization. Therefore, when completing the diploma project, we drew attention to the mechanization of the production of these varieties of bread products, the rye-wheat flour crackers.

We have created design mixing-fermenting-molding aggregate with a guillotine cutting mechanism, for production crackers. This aggregate enables simultaneous mixing of components, plasticization of the dough, his fermentation and molding dough tape of the oven plate followed by cutting it into workpieces.

Thus, the installation of this unit with the cutting mechanism allows you to replace equipment for intense mixing of the dough, its fermentation and processing.

The diploma project also features sections on occupational safety and manufacturing technology «Fork».

Graphic part consists of 4 sheets.

Key words: dough, kneading, fermentation, forming.

ЗМІСТ

1.	Огляд тістомісильних машин.....	6
2.	Техніко-соціальне обґрунтування проекту змішувально	15
3.	бродильноформуального агрегату.....	16
4.	Будова та принцип дії агрегату що розробляється	19
5.	Розрахункова частина.....	19
5.	Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання.....	48
6.	Технологія машинобудування	51
7.	Охорона праці.....	69
	ВИСНОВКИ.....	70
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т Документ затверджено Гавва О.М.	ЗМІСТ	200364.ДП.34.001.ПЗ			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 5/72

1.Огляд тістомісильних машин

1.1. Тістомісильні машини безперервної дії

Замішування тіста — одна з важливих технологічних операцій, яка значною мірою визначає подальший хід технологічного процесу та якість хліба. З борошна, води, дріжджів, солі та інших інгредієнтів замісити тісто, отримати однорідне тісто зі специфічною структурою та фізичними властивостями, яке в подальшому добре обробляється під час бродіння, перетворення та витримки.

Для замішування хлібного тіста застосовуються різні типи машин, які мають різну механічну дію на тісто в залежності від виду борошна, складу рецептури та особливостей асортименту. З технологічних міркувань тістоміси повинні мати оптимальні налаштування замішуваного тіста та частоту його обертання, що дозволяє проводити досить інтенсивне замішування за короткий час. Робочу швидкість слід регулювати відповідно до типу оброблюваного матеріалу.

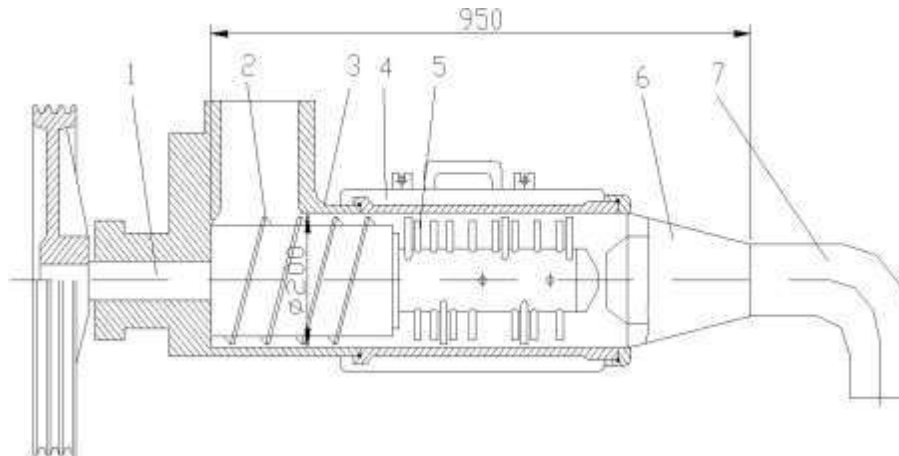
Змішувачі безперервної дії увійшли в індустрію відносно недавно. У нашій країні перші машини такого типу були запропоновані в 1947 р. Завдяки багатоступінчастості процесу замішування хлібного тіста більшість тістомісильних машин мають кілька камер, в яких використовуються різні види тістомісильних органів. Тестомісильна машина використовує робочі органи, що належать до різних типів змішувальних елементів. Усі машини мають циліндричні змішувальні камери або їх складові.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т	Назва, додаткова назва ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 6

Розглянемо деякі конструкції найпопулярніших машин для безперервного замішування вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Тістомісильна машина ФТК-1000

Створена у Венгрії. Вона застосовується для швидкого замісу житнього і пшеничного тіста.



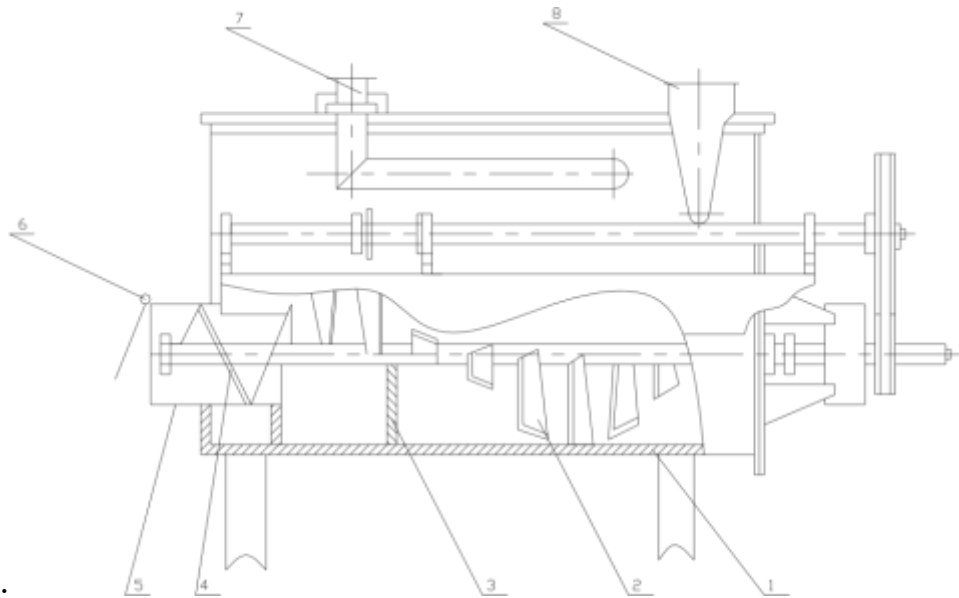
Мал. 1.1.1. Тістомісильний агрегат ФТК-1000.

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

Змішувач ФТК-1000 має 3-х камерну циліндричну камеру з відносно невеликим діаметром (200 мм), оснащена корпусом водяного охолодження. Шпильки кріпляться до внутрішньої поверхні камери. Камера відкривається для очищення на 2 половини поворотом петлі. Насадка і змішувальний шнек з місильними лопатями 5 закріплені на головному валу 1. Закінчується місильна камера конусною насадкою 6, яка переходить у пластифікаційну трубку 7. Обертаючи місильний вал з частотою 200 об/хв. забезпечує продуктивність до 1000 кг/год.

Машина компактна, надзвичайно надійна та проста в управлінні, очищенні та ремонті.

А. А. Хренова змішувач. (рис.1.1.1) відноситься до високошвидкісних одновальних змішувачів. Призначений для замішування житньо-пшеничного та житнього тіста. У напівциліндричному корпусі 1 по центру розташований вал з трапецієвидними лопатями 2, закріпленими вздовж осі на гвинтовому



генераторі.

Рис. 1.1.2. Тістомісильна машина “Хренова”

На кінці вала застосований шнек 4, поміщений в циліндр. патрубок 5, що закінчується шарнірним клапаном 6. В ємкості від підтікання рідини застосована перегородка 3. Для подачі рідких компонентів і борошна служать патрубки 7 й 8. Тісто замішують досить швидко через високу швидкість обертання замішуючих лез. Порівняно мала площа місильних лопатей дає змогу керувати зарядом на більш високих швидкостях. В той же момент перша стадія змішування ведеться точніше і швидше - змішування інгредієнтів, а 2 етап, що відбувається з однотипними лезами, дає змогу швидко перемішувати при низьких електровитратах. Одним недоліком цього агрегату - нереально самостійно регулювати швидку роботу місильних лопатей на зонах. Крім

цього в машині ще не висловлені питання, пов'язані з очисткою шнека від тіста і робочої камери, та інше.

Тістомісильна машина Х-12 (рис. 1.1.3.)

Відноситься до низькошвидкісних однокамерних машин. Призначений для тесту змішування пшениці та жита продуктивністю до 20 т/добу. Він широко використовується через обслуговування та простоту конструкції. Агрегат має склад напівциліндричної місильної чаші 5, в центрі якої знаходиться місильний вал 4 з 3 лопатями. Верхня частина чаші закривається відкидною кришкою.

Борошно подається в машину через прямокутну трубку 1, оснащену двома ємнісними індикаторами рівня. Дозування борошна здійснюється роторним живильником, що застосовується в рух від головного валу шатунно-кривошипним механізмом.

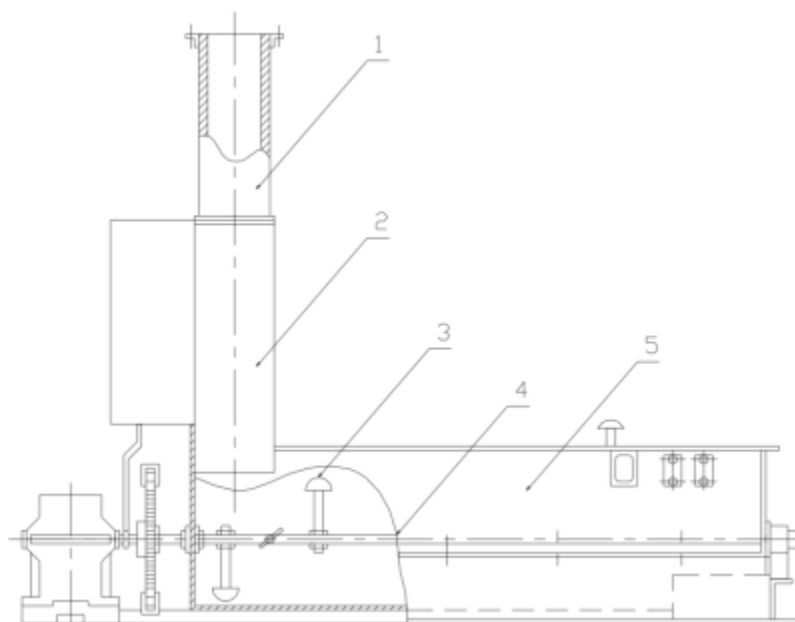


Рис. 1.1.3. Тістомісильна машина Х-12.

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

1.2. Оснащення для формування тіста

Для того аби розбити тісто використовують такі способи :

- 1) процесом штампування, з ціллю надання тісту деякої форми);
- 2) процесом розкочування та округлення;
- 3) процесом екструзії, типу видавлюванням.

Значна швидких виробничих процесів може дозволити волого-термічну обробку сировини методами екструзії.

Технологія екструзійного приготування розпочалася 50 років тому і продовжує вдосконалюватися сьогодні.

Екструзійне формування є досить поширеним методом формування в харчовій промисловості. Ковбаси, макарони, хлібні палички та соломку отримують шляхом екструдуювання, дозування та формування вершкового масла та сиру.

Існує три методи екструзії: холодне формування; термообробка і лиття під низьким тиском; гаряча екструзія (термічна обробка і формування під високим тиском).

При застосуванні першого способу відбуваються лише механічні зміни сировини за рахунок її повільного переміщення під тиском та утворення продукту з утворенням заданих форм.

При другому способі суху сировину змішують з певною кількістю води і подають в екструдер, де при механічному впливі піддають термічній обробці. Нагрів продукту здійснюється за допомогою електричних, рідинних і парових нагрівачів. Отриманий екструдат характеризується щільністю, незначним збільшенням об'єму, пластичністю. Іноді екструдат вимагає додаткової обробки – сушіння.

Третій спосіб - гаряче пресування. Крім того, регульована подача тепла може здійснюватися як безпосередньо в продукті, так і через зовнішні стінки екструдера. Екструзійна підготовка - відносно новий прогресивний

технологічний процес термомеханічної обробки різноманітних дисперсних, пастоподібних і пюреобразних продуктів.

1.3. Способи приготування тіста

Тісто готують однофазним або багатофазним методами. При однофазних способах тісто готують за один прийом із загальної к-сті іншої сировини та борошна, що передбачено рецептурою. Попри багатофазних, часто двофазних способах опрацьовують першу фазу борошна та дріжджів, після дозрівання до неї за рецептурою додають залишки борошна та іншу сировину, замішують другу фазу — тісто.

Спосіб приготування тіста застосовується в залежності сорту борошна та від його виду, їх рецептури.

Виходячи з біохімічних властивостей борошна, пшеничні сорти хлібобулочних виробів готують з пресованими або рідкими дріжджами, а також з молочнокислими дріжджами, а житні - з молочними дріжджами.

Тісто готують за виробничою рецептурою, яка розробляється для кожного виду продукції за уніфікованою рецептурою. Уніфікована рецептура з тех. інструкцією є елементом нормативної документації на деякий вид продукції. У ньому передбачено склад сировини та їх вартість на 100 кг борошна. Перелік і частка сировини в тісті для різних видів хлібобулочних виробів різна.

Рецептура виготовлення способу приготування порційного тіста вказує витрату сировини на порцію тіста, тобто на партію, залежно від замісної здатності. При безперервному способі приготування тіста витрата сировини на 1 хвилину замішування напівфабрикату вказується в рецептурі виготовлення.

Поряд з виробничою рецептурою для кожного виду продукції лабораторія відповідно до технологічної інструкції на виготовлення цього продукту розробляє виміри тех. режиму з врахуванням якості сировини та зробленого обладнання.

Основними параметрами технологічного процесу є вологість і температура відповідно до фаз приготування тіста, тривалість бродіння, кислотність, тривалість і температура витримки та приготування тістових форм тощо.

Сировину для змішування напівфабрикатів дозують за допомогою спеціальних дозаторів або дозувальних станцій.

При способі приготування порційного тіста борошно дозують за масою, інші компоненти (дріжджова суспензія, розчини солі та цукру, топлений жир) переважно за об'ємом.

1.4 Стадії процесу замішування тіста

Тісто замішується 1-20 хвилин у робочій камері машини, де компоненти тонко перемішуються, механізовані, що значно має вплив на якість тіста та структуру, швидкість його бродіння та якість тіста. продукт. готовий хліб.

З метою полегшення аналізу закономірностей процесу замішування та визначення раціональних покрокових параметрів його забезпечення О. Т. Лісовенко запропонував тріступеневу модель замішування тіста.

Перший етап – механічне перемішування та аерація компонентів, що дозволяє отримати рівномірний розподіл компонентів суміші. Він супроводжується змочуванням сухих компонентів, їх розсіюванням, агрегацією та сорбцією вологи. Цей крок потрібно зробити якомога швидше з мінімальними витратами енергії.

Зі збільшенням тривалості першого етапу хід роботи стає складнішим набуханням елементів борошна та їх зчепленням, це ще більше ускладнює перемішування та рівномірний розподіл компонентів.

Другий етап, власне заміс, характеризується вирівнюванням вологості різних компонентів, переходом у розчин розчинних елементів борошна. Це піднімає напругу зсуву і, таким чином, збільшує споживання електроенергії на один привід місильної машини.

Другий етап замішування не вимагає енергійної механічної обробки, а коли перший етап, замішування, виконується якісно, другий етап можна виконувати в стані спокою без замішування.

Третій етап, пластифікація, має супровід структурними змінами в елементах крохмалю та виготовленням клейковини, яка покриває зерна крохмалю. Третій етап вимагає найкращої механічної дії, а не просто перемішування, оскільки створення глютенівих плівок (подрібнення) відбувається одночасно з окисненням молекул клейковини, на останнє сильно впливає активність певних ферментів, а також вологість і температура тіста. Третій етап — дробіння пористої структури, це на наступних ступенях викликає до появи дрібнопористої однорідної структури м'якушки.

2. Соціально-технічне обґрунтування проекту змішувально-бродильноформуального агрегату

У хлібопекарській промисловості найбільш трудомістким виробництвом є спеціальні сорти хлібобулочних виробів: бублики і сухарики, соломка, хлібні палички, печиво та інші. Це пов'язано зі складнішою технологічною схемою виробництва та відсутністю механізації. Тому ми орієнтуємося на виробництво цього виду хліба, тобто на виробництво печива.

Впровадження нових технологій потребує нових виробничих площ, масштабних будівельно-монтажних робіт, що збільшує вартість пасивної частини основних фондів. Реконструкція або переобладнання парку обладнання дає змогу максимально використовувати будівлі та роботи, звести до мінімуму будівництво нових будівель та підвищити виробничі потужності підприємства.

Впровадження у виробництво установки для замішування, бродіння та формування дасть можливість виконувати всі операції приготування та перетворення тіста в єдиному агрегаті; замінити всю техніку для обробки сирого тіста, а саме: стіл для витримки тіста, формувальний апарат, підставку; повністю механізувати процес виготовлення бісквіту; створити компакту лінію.

Використовуючи змішувально-ферментаційний формувальний агрегат, ми зменшуємо виробничі площі, кількість пристроїв, механізуємо виробничий процес та зменшуємо витрати на електроенергію.

Впровадження цієї лінії дозволяє нам раціонально використовувати виробничі площі, виключити зони переробки тіста і, отже, зменшити площу, необхідну для нашої лінії, запропонованої нами схеми виробництва в порівнянні з іншими існуючі лінії виробництва бісквіту

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т	Назва, додаткова назва ТЕХНІКО-СОЦІАЛЬНЕ ОБґРУНТУВАННЯ	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 15

3.Будова та принцип дії агрегату, що розробляється

Поєднання процесів змішування, бродіння, формування і розрихлення в одному агрегаті дозволяє скоротити машино-апаратурну схему, виробничі площі, зменшити час виробництва виробів за рахунок виключення ряду операцій та витрати на утримання і експлуатацію обладнання і, як наслідок, собівартість продукції.

За умови бродіння тіста у закритій камері екструдера під тиском, вуглекислий газ, що утворюється, переходить в розчинений стан. Під час формування, на виході з матриці, внаслідок різкого перепаду тисків відбувається розбухання екструдатів (збільшення лінійних розмірів виробів порівняно з розміром формувального каналу). Розрихлені вироби екструдуються безперервно безпосередньо на під печі у вигляді джгута .

Паралельно процесу екструдювання відбувається механічна обробка виробу – нарізання на

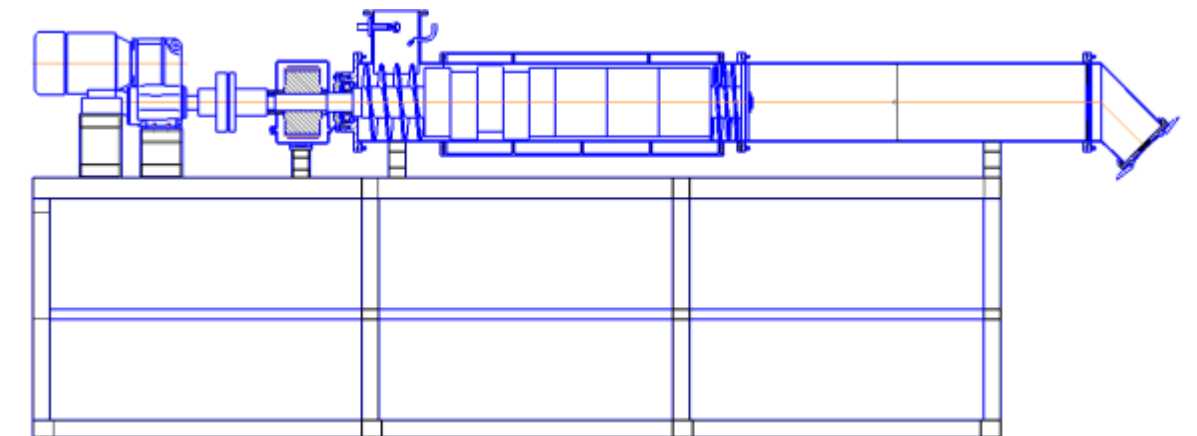


Рис.3.1 Змішувально-бродильноформувальний агрегат

Робота його полягає в тому, що компоненти надходять в приймальний бункер.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т	Назва, додаткова назва БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. ЗМІН.	Дата видання	Мова UA	Арк 16

Рідкі інгредієнти дозуються дозувальною станцією в змішувальний бункер.

Встановлюється перепускна труба для подачі подрібненого борошна за допомогою гравітації та спеціальної конструкції дозатора.

Утворене з тіста тісто потрапляє в камеру для замішування, де відбуваються три етапи замішування.

На першому етапі замішування тісто змішується з сипучими і рідкими компонентами, і це тісто подається в робочий орган кулачка. Для цього скористайтеся шнеком.

Другий етап - власне замішування - вирівнювання вологості різних компонентів, що характеризується переходом в розчин розчинних частин борошна. На цьому етапі для перемішування використовуються кулачки змінного кроку.

Третій етап, пластифікація, вимагає більшого механічного впливу, а не просто перемішування. Для цього використовують робочий орган кулачка з підвищеним кроком кулачка.

Далі тісто вводиться в бродильну ємність, об'єм якої розраховується на час перебування в ньому тіста, необхідний для накопичення вуглекислого газу, достатнього для розрихлення тіста перед випіканням.

Після розстойки тісто проходить через формувальні отвори матриці і видавлюється безпосередньо під піччю у вигляді твердих пакетів.

Відрив сирих мас відбувається на виході з отвору форми за рахунок накопиченого в процесі бродіння вуглекислого газу.

Після запрягання на підлогу печі під час руху заготовки з тіста розрізаються на задану довжину за допомогою різального механізму гільйотини. На виході з формувального каналу матриці відновлюється структура в'язкопружної пасти, збільшуються поперечні розміри балки. Для досягнення добре розвиненої, дрібної та однорідної пористості, а також утворення гладкої поверхні тістового джгута, дотримуються вимоги до

конструкції фільтри при видавлюванні дріжджового тіста, насиченого вуглекислим газом. Частина, яка утворює канал для забезпечення максимального розширення джгута, повинна мати мінімальну довжину, залежно від конструктивних міркувань. Використання цих вимог при проектуванні матриці дозволяє забезпечити високу якість тестового джгута під час запуску.

Технічним результатом є поєднання технологічних операцій замішування, бродіння, формування та розпушування в єдиному агрегаті безперервної дії, що зменшує машинно-технічну схему, виробничу площу, зменшує витрати на обладнання та дозволяє формувати вироби з дріжджового тіста із зворотним вирізом. прямо на підлогу печі.

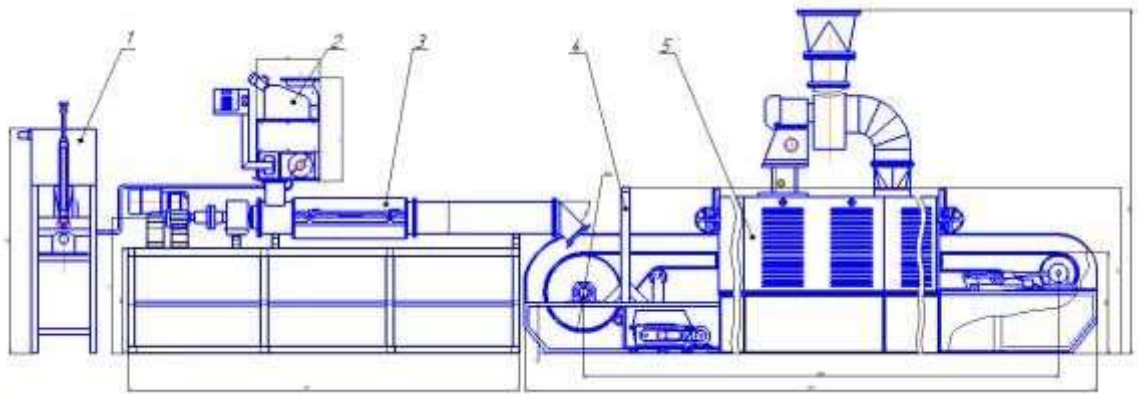


Рис.3.2 Загальний вигляд

1. Дозатор рідких компонентів; 2. Дозатор борошна; 3. ЗБФА;
4. Гільйотинний механізм відрізання; 5. Піч.

4. Розрахункова частина

5.1. Розрахунок продуктивності змішувально-бродильно-формуального агрегату

Визначення продуктивності розробленого ферментаційно-змішувально-формуального агрегату проводиться за значенням, отриманим із значенням продуктивності печі, оскільки піч є провідним обладнанням лінії з виробництва хлібобулочних виробів.

Тому для розрахунку ми вибираємо піч, яка відповідає заданим умовам, а саме для виробництва багетів шириною вогнища 0,6 м. Ми обираємо циклотермічну кондитер піч польської фірми «Rem-Piek» WSL-8070, що має при собі такі виміри: - довжина поду печі, мм; $L = 12000$;

ширина поду печі, мм; $B = 600$;

Деякі дані для визначення продуктивності печі по галетам:

Геом. розміри: довжина виробу – 120 мм; ширина

виробу – 50 мм; висота виробу – 5 мм; час

випікання виробу у печі, хв – $\tau = 10$ хв = 600 с;

зазор між рядами виробів, мм: по довжині поду печі

– $a = 5$ мм; по ширині поду печі – $b = 20$ мм;

густина житньо – пшеничного тіста – $\rho = 1320$ кг/м³;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т	Назва, додаткова назва РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 19

Рис.5.1.1. Піч польської фірми «Rem-Piek» WSL-8070

Таблиця 5.1.1 Хар-ка печі WSL-8070

поверхня випікання м ²		7
Габаритні розміри мм	довжина тунелю	12000
	ширина	1300
	макс. висота з трубою	2830
ширина стрічки, мм		600
час випікання хв.	мін.	4
	макс.	15
напруга живлення		3x220/380В;50Гц
макс. температура випікання		280
встановлена потужність КВт		10
маса печі,кг		7000

К-сть багетів в ряду по довжині поду печі:

$$N = \frac{L - a}{l + a} = \frac{12000 - 15}{500 + 15} = 23 \text{ (шт);}$$

Кількість багетів в ряду по довжині поду печі:

$$n = \frac{B - a}{h + a} = \frac{600 - 20}{50 + 20} = 8 \text{ (шт);}$$

Де: В – ширина конвеєра, мм;

h – діаметр виробу, мм; а

– зазор поміж виробами;

Продуктивність печі в секунду, кг/с:

$$P_{\text{сек}} = \frac{N \cdot n \cdot g \cdot 1000}{\tau} = \frac{23 \cdot 8 \cdot 0.200}{600} = 0,06 \text{ кг/с;}$$

Де: g - маса виробу, кг; g = 0,200 кг. годинна

ефективність печі, кг/год:

$$P_{\text{год}} = 3600 \cdot P_{\text{сек}} = 3600 \cdot 0,06 = 216.12 \text{ кг/год; Швидкість}$$

руху транспортера, м/с:

$$v = \tau \cdot \frac{L}{1000} = \frac{12000}{600 \cdot 1000} = 0,02 \text{ м/с;}$$

Ефективність ЗБФА відносно ефективності печі, кг/год:

$$P_{\text{м}} = P_{\text{год}} \cdot k_0 \cdot (100 + y) \cdot 0.01; = 216.12 \cdot 1,1 \cdot (100 + 15) \cdot 0.01 = 87.437 \text{ кг/год;}$$

Де: P_{год} – годинна ефективність печі по гарячому хлібу, кг/год; у – коеф. упікання, % до гарячого хліба; у = 15 %;

k_0 – коефіцієнт, враховуючий можливі зупинки на регулювання та очищення; $k_0 = 1,1 \dots 1,2$;

Продуктивність за секунду ЗБФА обчислюється за формулою:

$$P_c = z \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot s \cdot n \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3;$$

Де: k_1 – коефіцієнт подачі - $k_1 = 0,2 - 0,5$;

k_2 – взаємозв'язок сумарної поверхні лопатей до гвинтової поверхні того ж кроку та діаметру; $k_2 = 0,15 - 0,2$;

k_3 – коефіцієнт. Для двохвального агрегату –

$k_3 = 0,55 - 0,7$; n – частота обертання валу практичного

органу; $n = 0,75$ об/с ;

Продуктивність за сеннду ЗБФА в там де відбувається замішування беручи до уваги геомтр. параметри шнека, кг/с:

$$P_{c1} = 2 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,3^2 - 0,089^2)}{4} \cdot 0,0445 \cdot 0,75 \cdot 1320 \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,55 =$$
$$= 0,046 \text{ кг/с};$$

Продуктивність за секунду ЗБФА в зоні пластифікації беручи до уваги геомет. данні шнека, кг/с:

$$P_{c2} = 2 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,22^2 - 0,089^2)}{4} \cdot 0,025 \cdot 0,75 \cdot 1320 \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 0,55 =$$
$$= 0,026 \text{ кг/с};$$

Обчислюємо продуктивність на годину ЗБФА по зоні пластифікації тіста:

$$P_{ЗБФА} = P_{c2} \cdot 3600 = 0,026 \cdot 3600 = 93,48 \text{ кг/год};$$

5.2. Обчислення геометр.параметрів агрегату

Обчислюємо об'єм бродильної ємності, сходячись із значення продуктивності за секунди екструдера та часу, який тісто перебуває у бункері:

$$V_{б.ε} = \frac{P_{с2} \cdot \tau_{брод.}}{\rho}$$

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

$$V_{б.ε} = \frac{0,026 \cdot 3600}{1320} = 0,071 \text{ м}^3;$$

Через те, що об'єм бродильної ємності обчислюється за формулою $V = 1,6 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l$, задавшись діаметром поперечного перерізу маємо змогу обчислити довжину бродильного бункера.

$$l = \frac{V \cdot 4}{1,6 \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{0,071 \cdot 4}{1,6 \cdot \pi \cdot 0,22^2} = 1,15 \text{ м};$$

Обчислюємо об'єм камери де ведеться пластифікація та замішування тіста:

$$V = \frac{P \cdot \tau}{\rho} \cdot 1200 = 0,0236 \text{ м}^3; \quad \text{заміш.} = \frac{0,026}{1320}$$

$\tau_{\text{заміш.}}$ – час замішування тіста; $\tau_{\text{заміш.}} = 20 \text{ хв.} = 1200 \text{ с.}$

Довжину робочої камери можемо обчислити з формули:

$$L = \frac{4 \cdot V}{2 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \varphi \cdot 0,7}$$

Де: φ - коефіцієнт загруженості місильної ємності; $\varphi = 0,5 \dots 0,07$;

$$L = \frac{4 \cdot 0,0236}{2 \cdot \pi \cdot (0,22^2 - 0,089^2) \cdot 0,5 \cdot 0,7} = 1,1 \text{ м};$$

5.3.Розрахунки апарату на міцність

Обчислення товщини стіни бродильно-змішувального-формуального приладу.

Тиск, який відбувається в апараті, Па; $P = 0,2 \cdot 10^6 \text{ Па};$

Внутрішній діаметр циліндричної оболонки, м; $D = 0.22$ м;

Допустиме напруження матеріалу AISI 316 стінки апарату:

$$\sigma_p = 515 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Надбавка на корозію до товщини стінки b , м; $b = 0.002$ м;

Обчислюємо допустиме напруження продукту стінки на розтяг:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_p}{n};$$

Де: n – коефіцієнт запасу міцності, $n = 4$.

$$[\sigma] = \frac{515 \cdot 10^6}{4} = 128,75 \cdot 10^6 \text{ Па}; \text{ Розраховуємо}$$

товщину стінки апарату $b_{ст}$, м:

$$\delta_{ст} = \frac{P \cdot D}{(2 \cdot \beta \cdot [\sigma]) - P} + \delta;$$
$$\delta_{ст} = \frac{0.2 \cdot 10^6 \cdot 0.22}{(2 \cdot 0.85 \cdot 128,75 \cdot 10^6) - 0.2 \cdot 10^6} + 0.002 = 2.2 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

Вибираємо товщину стінки бродильно-змішувального-формуального агрегату за стандартом старшу за розрахункову $b_1 = 0.004$ м.

5.4.Розрахунок шнека

Конструюємо і розраховуємо шнек, звісно якщо відомий макс. тиск в робочій камері $P_{MAX} = 0.2 \cdot 10^6$ Па, коефіцієнт внутр. тертя матеріалу $f = 0.3$, щільність матеріалу $\rho = 1320$ кг/м³.

На відміну від внутрішнього діаметр шнеку D вибираємо рівним 220 мм, внутрішній $d = 89$ мм а шаг шнеку вибираємо конструктивно 25 (мм).

Кут підйому гвинтових ліній на зовнішньому боці шнека та біля валу вираховуємо за наступними формулами:

$$\alpha_D = \arctg \left(\frac{H}{\pi \cdot D} \right);$$

$$\alpha_d = \arctg \left(\frac{H}{\pi \cdot d} \right);$$

$$\alpha_D = \arctg \left(\frac{0,025}{\pi \cdot 0,22} \right) = \arctg 0,0356 = 2,072^\circ;$$

$$\alpha_d = \arctg \left(\frac{0,025}{\pi \cdot 0,089} \right) = \arctg 0,089 = 5,11^\circ;$$

Середнє значення кута підйому гвинт. ліній витку шнеку вираховуємо за формулою:

$$\alpha_{cp} = \frac{\alpha_D + \alpha_d}{2} = \frac{2,072^\circ + 5,11^\circ}{2} = 3,591^\circ;$$

Допоміжні величини становлять:

$$\cos^2 \alpha_{cp} = \cos^2 3,591^\circ = 0,996,$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{cp} = \operatorname{tg} 3,591^\circ = 0,063,$$

$$\sin(2 \cdot \alpha_{cp}) = \sin(2 \cdot 3,591^\circ) = 0,125;$$

Згинальний момент, безпосередньо, в витку шнека по внутр. контуру, тобто біля валу, обчислюємо за формулою:

$$M_3 = \frac{P_{\max} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot a^{-4} - 1,2 \cdot a^{-2} - 5,2 \cdot \ln a}{1,3 + 0,7 \cdot a^{-2}};$$

Де: $a = \frac{D}{d} = \frac{2,472}{0,089}$ - відношення діаметрів шнека і валу; $a = \frac{2,472}{0,089} = 27,776$

$$M_3 = \frac{0,2 \cdot 10^6 \cdot 0,22^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 27,776^{-4} - 1,2 \cdot 27,776^{-2} - 5,2 \cdot \ln 27,776}{1,3 + 0,7 \cdot 27,776^{-2}} = 646 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Витки шнеку можуть бути виготовлені з матеріалу AISI 316L, для якого можна вважати, що допустима напруга на згин дорівнює допустимій напрузі розтягу, тобто $125 \cdot 10^6$ (Па). Потім за формулою визначається товщина гвинтової котушки.:

$$[\sigma] = \pm \frac{6 \cdot M_3}{\delta^2};$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 646}{128,75 \cdot 10^6}} = 0,0055 \text{ м};$$

Приймаємо $b = 6 \text{ мм}$

Крутний момент при робочих витках шнеку обчислюємо за такою формулою:

$$M_{кр} = 0,131 \cdot m \cdot (1 - K_0) \cdot P_{\max} \cdot (D^3 - d^3) \cdot \text{tg } \alpha_{cp}$$

Де: m - число макс. навантажених ступенів шнека; K_0 - коефіцієнт відставання;

P_{\max} - максимальний тиск, який розвиває шнек,

α - кут підйому гвинтової лінії витку шнеку.

Коефіцієнт відставання елементів продукту у осьовому напрямку:

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha_{cp} - 0,5 \cdot f \cdot \sin 2\alpha_{cp}) \text{ Де: } f -$$

коефіцієнт тертя матеріалу по шнеку.

$$K_0 = 1 - (0,996 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,125) = 0,023$$

$$M_{кр} = 0,131 \cdot 3 \cdot (1 - 0,023) \cdot 0,2 \cdot 10^6 \cdot (0,22^3 - 0,089^3) \cdot 0,063 =$$

$$= 195,83 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Осьове зусилля обчислюємо по формулі:

$$S = 0,392 \cdot m \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{\max} = 0,392 \cdot 3 \cdot (0,22^2 - 0,089^2) \cdot 0,2 \cdot 10^6 =$$

$$= 9520,7 \text{ Н};$$

Дотичні і нормальні напруження валу обчислюємо по формулам:

$$\sigma_{ст} = \frac{S}{F} = \frac{9520,7}{0,785 \cdot 0,089^2} = 1,531 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{195,83}{0,2 \cdot 0,089^3} = 1,4 \text{ МПа};$$

Еквівалентне напруження обчислюємо за формулою:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma_{\text{ст}}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{1.531^2 + 4 \cdot 1.4^2} = 3.191 \text{ МПа};$$

Можемо спостерігати це напруження відбувається в межах допустимої напруги для продуктку валу шнека (Х12М). Тому задля полегшення конструкції шнеку місце суцільного валу можна застосувати порожній вал. Для прикладу, в цьому випадку можемо застосувати трубу.

Дитчні і нормальні напруження порожнього валу обчислюємо по формулам:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{S}{F} = \frac{9520.7}{0.785 \cdot 0.089^2 \cdot (1 - (\frac{0.072}{0.089})^4)} = 2.797 \text{ МПа};$$

$$\tau = W_p = 0.2 \cdot 0.089^3 \cdot (1 - (\frac{0.072}{0.089})^4) = 2.537 \text{ МПа};$$

Еквівалентне напруження обчислюємо за формулою:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma_{\text{ст}}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{2.797^2 + 4 \cdot 2.537^2} = 5.794 \text{ МПа};$$

Обчислюємо значення напруги старше раніше знайденого, та менше стандартного.

5.5. Кінематичний розрахунок приводу машини та підбір редуктор-мотора

Вихідні дані:

Потужність на шнеку $N=1,8$ кВт;

Частота обертання шнеку – $n_{\text{вих}} = 45$ об/хв.;

Час служби – 4 років;

Число робочих змін за добу – 3.

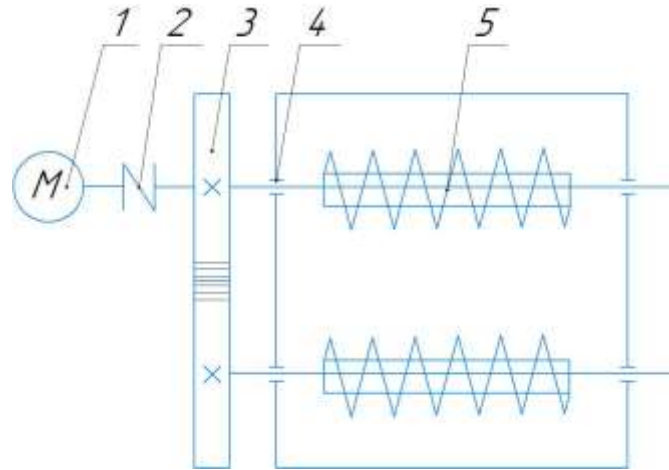


Рис.5.5.1. Кінематична схема приводу змішувально бродильноформуального агрегату

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

Проаналізуємо процес замішування склавши баланс витрати енергії та визначимо долю кожної з робіт у загальному балансі.

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4;$$

Де: A_1 - робота, яка витрачає на перемішування маси;

$$A_1 = a \cdot b \cdot \pi \cdot \rho_t \cdot n^2 \cdot \sin \alpha \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot \left[(1 - k) \cdot \pi^2 \cdot (r_2^2 + r_1^2) + k \cdot \frac{S_2}{2} \right];$$

Де: 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.

A_2 - робота, що витрачається на переміщення робочих органів;

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot (r_2^3 - r_1^3);$$

Де: δ – товщина шнеку, м.

A_3 - робота, яка витрачається на нагрів тіста та дотичних до них металевих частин машини;

$$A_3 = 124 \cdot a \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_{24} - r_{14}}{l} + 2 \cdot \frac{r_{23} \cdot b \cdot \sin \alpha}{f} \right);$$

Де: μ - динамічна в'язкість тіста, Па·с.

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

A_4 - робота, яка витрачається на зміну структури тіста; Отже:

$$A_1 = 2 \cdot 0.0655 \cdot 3.14 \cdot 1320 \cdot 0.75^2 \cdot \sin 45 \cdot (0.11^2 - 0.0445^2) \cdot [(1 - 0.108) \cdot 3.14^2 \cdot (0.11^2 + 0.0445^2) + 0.108 \cdot 0.025^2/2] = 0.271 \text{ Дж};$$

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 0.0655 \cdot 0.006 \cdot 1320 \cdot 3.14^2 \cdot 0.75^2 \cdot (0.11^3 - 0.0445^3) = 0.005 \text{ Дж};$$

$$A_3 = 124 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0.75 \cdot \left(\frac{0.11^4 - 0.0445^4}{0.001} + 2 \cdot \frac{0.11^3 \cdot 0.0655 \cdot \sin 45}{0.001} \right) = 494.352 \text{ Дж};$$

$$A_4 = 0,1 \cdot A_1 = 0.05 \cdot 0.271 = 0.027 \text{ Дж};$$

Обчислення енергетичного балансу за 1 оберт шнека:

$$A = 0.271 + 0.005 + 494,352 + 0.027 = 494,655 \text{ Дж/об};$$

Питома роботоздатність замісу:

$$A_{\text{пит}} = A \cdot \frac{n \cdot \tau}{494.655 \cdot m_T} = A \cdot \frac{0,75 \cdot 1200}{31152} = 14.29 \text{ Дж/г};$$

Де: m_T - маса тіста

$$m_T = V \cdot \rho = 0.0236 \cdot 1320 = 31.152 \text{ кг.}$$

Крутний момент на вихідному валу :

$$T_{\text{вих}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_{\text{вих}}};$$

Де: $\omega_{\text{вих}}$ – кутова швидкість обертання вихідного валу;

$$\pi \cdot n \quad \pi \cdot 45 \quad \omega_{\text{вих}} = \frac{=}{30} = \frac{=}{30} \text{ вих} =$$

4,712 рад/с;

Тоді:

$$T_{\text{вих}} = \frac{1800}{4,712} = 382 \text{ Нм};$$

Потужність двигуна розраховуємо за формулою :

$$N_{\text{двигуна}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\eta_{\text{привода}}} = \frac{1800}{0,73} = 2465,7 \text{ Вт};$$

Де: $\eta_{\text{привода}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу.

$$\eta_{\text{привода}} = \eta_{\text{редуктора}} \cdot \eta_{\text{муфти}} \cdot \eta_{\text{зуб.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,8 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,73; \text{ Де: } \eta_{\text{редуктора}} - \text{ККД мотор-редуктора, } \eta_{\text{редуктора}} = 0,8; \eta_{\text{муфти}} - \text{ККД муфти, } \eta_{\text{муфти}} = 0,98;$$

$\eta_{\text{зуб.}}$ – ККД прямозубої циліндричної зубчатої передачі, $\eta_{\text{зуб.}} = 0,95$;

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

Вибираємо редуктор-мотор за деякими хар-ми:

$T_1=382\text{Нм}$; $n=45$ об/хв. $N_{\text{двигуна}}=3,0\text{кВт}$.

Приймаємо мотор-редуктор NORD SK 672.1-100AP/4, який має такі характеристики:

потужність двигуна, кВт;

$$N_{\text{двигуна}} = 3,0\text{кВт};$$

частота обертанн вихідного валу, об/хв; $n_{\text{вих.}}=45$ об/хв; частота

обертання валу двигуна, об/хв; $n_{\text{двигуна}} = 1460$ об/хв; вага, кг;

$m=48$ кг; передаточне число;

$$i=32,44.$$

$$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}} = 1,6; \quad \frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{ном}}} = 2,0;$$

Знаходимо загальне передаточне число приводу:

$$n_{\text{двигуна}} = 1460$$

$$u_{\text{звз}} = \frac{\quad}{n_{\text{вих}}} \cdot \frac{\quad}{45} = 32,444$$

Передаточне число привода має вигляд добутку передаточних чисел редуктор-мотора і прямозубої відкритої циліндр.передачі.

Оскільки $i_{\text{редуктора}}=32,444$.

$$\text{Тоді: } i_2 = \frac{32,444}{i_{\text{редуктора}}} = \frac{32,444}{32,444} = 1$$

Прямозуба передача протребується для забезпечення сталої к-сті обертів наступного валу.

Обчислюємо потужності на деяких валах машини :

$$N_1 = N_{\text{двигуна}} = 2465,7(\text{Вт}) ;$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{редуктора}} = 2465,7 \cdot 0,8 = 1972,6 (\text{Вт}) ;$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{муфти}} \cdot \eta_{\text{п.п}} \cdot \eta_{\text{зуб.}} = 1972,6 \cdot 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,95 = 1818(\text{Вт}) ;$$

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

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

Розраховуємо частоту обертів окремих валів машини:

$$n_1 = 1460 \text{ об/хв} ;$$

$$n_2 = \frac{\quad}{\quad} \cdot i_{\text{редуктора}} = 32,444 \cdot 1460 = 45 \text{ об/хв} ;$$

$$n_3 = n_2 = 45 \text{ об/хв} ;$$

$$= \quad = 45$$

$$n_4 = \frac{1}{2} n_3 = 22,5 \text{ об/хв} ;$$

Знаходимо кутові швидкості на деяких валах машини.

$$\omega^1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1460}{30} = 152,891 \text{ c}^{-1} ;$$

$$\omega^2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ c}^{-1} ;$$

$$\omega^3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ c}^{-1};$$

$$\omega^4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 45}{30} = 4,712 \text{ c}^{-1};$$

Знаходимо крутні моменти на окремих валах привода :

$$T^1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{2465,7}{1460} = 16,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T^2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{1932,9}{45} = 418,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T^3 = 9550 \cdot \frac{N_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{1818}{45} = 386 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T^4 = 9550 \cdot \frac{N_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{1800}{45} = 382 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Записуємо всі знайдені дані в таблицю для наступної зручності їх застосування.

Таблиця 5.5.1 Таблиця знайдених значень

№ вала	Потужність N, Вт	Частота обертання n, об/хв	Кутові швидкості, рад/с	Крутний момент T, Н·м	Передаточне число
1	2465,7	1460	152,891	16,1	
2	1972,6	45	4,712	418,6	32,44
3	1818	45	4,712	386	1
4	1800	45	4,712	382	

Обчислюємо загальну к-сть часів роботи привоу. Час служби передачі:

$$t_{\Sigma} = 330 \cdot L \cdot C \cdot 8 \cdot K_{р\text{іч}} \cdot K_{д\text{об}} = 330 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0,86 \cdot 0,94 =$$

$$= 25610,112 \text{ год};$$

Де: 330 – к-сть робочих днів в рік; 8 – час роботи зміни;

L-термін служби $L=4$ роки; C-число робочих змін за добу $C=3$

$K_{річ} = 0,86$; $K_{доб} = 0,94$;

Тривалість дії навантажень за гістограмою:

$t_1 = 0,27 * t_{\Sigma} = 0,27 \cdot 25610,112 = 6914,73$ год $t_2 =$

$0,5 * t_{\Sigma} = 0,5 \cdot 25610,112 = 12805,056$ год $t_3 =$

$0,23 * t_{\Sigma} = 0,23 \cdot 25610,112 = 5890,326$ год

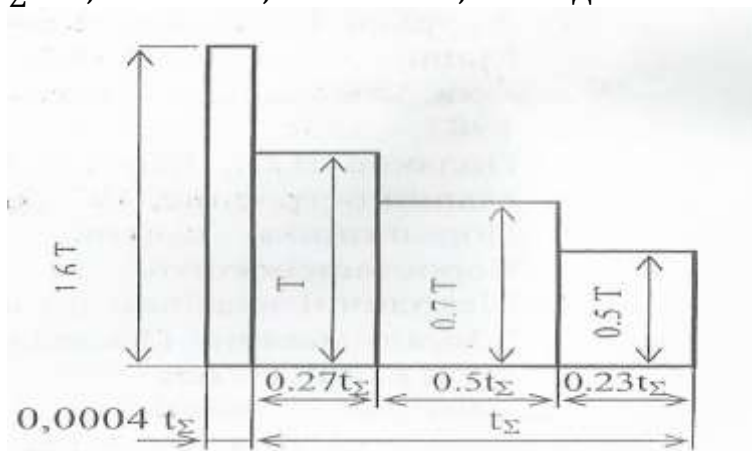


Рис.5.5.1 Графік навантаження приводу машини

5.6. Розрахунок відкритої циліндричної прямозубої передачі За

умовою:

Номінальна потужність, що передається шестернею $N_3 = 1818$ Вт;

Частота обертання шестерні $n_3 = 45$ об/хв;

Передаточне число $u = 1,0$;

Крутний момент на шестерні $T_3 = 386$ кН·м.

Вибір матеріалу і призначення термообробки:

Вибираємо матеріал шестерні і колеса – сталь 40ХН (поковка);

Термообробка – нормалізація

Для шестерні і зубчастого колеса радіусом заготовки до 300мм:

$\sigma_B = 800$ МПа; $\sigma_T = 580$ МПа; 241НВ;

Допустимі напруження згину:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flim}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

Попередньо визначаємо межу витривалості, що відповідає еквівалентному числу циклів зміни напруги:

$$\sigma_{Flim} = \sigma_{Flimb}^{FC} \cdot K_{FL};$$

Де: σ_{Flimb} — границя витривалості зубців при згині, що відповідає базовому числу циклів зміни напружень :

$$\sigma_{Flimb} = 1,8 \cdot HB = 1,8 \cdot 241 = 433,8 \text{ МПа};$$

K_{FC} — коефіцієнт, що враховує вплив прикладеного навантаження;

$$K_{FC} = 0,65;$$

K_{FL} — коефіцієнт довговічності; $K_{FL} = \sqrt[m]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}}$;

За твердості $HB < 350$ — $m_F = 6$;

Базове число циклів зміни напружень: $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$; Еквівалентне число циклів зміни напружень:

$$N_{FE} = 60 \cdot n \cdot t_{\Sigma} = 60 \cdot 45 \cdot 25610,112 = 69147302,4 \text{ циклів};$$

Так як $N_{FE} = 69147302,4 > N_{FO} = 4 \cdot 10^6$, то приймаємо $K_{FL} = 1,0$;

А отже :

$$\sigma_{Flim} = 433,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 281,97 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S_{F'} \cdot S_{F''} = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625$$

Де: $S_F' = 1,75$;

S_F'' – коефіцієнт, що враховує спосіб отримання заготовки і умови експлуатації передачі. $S_F'' = 1,5$;

Y_S – коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу до концентрації напружень. $Y_S = 1$;

Y_R – коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні зуба.

$Y_R = 1$

Допустимі напруження згину дорівнюють:

$$[\sigma_F] = \frac{281,97}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 107,42 \text{ МПа};$$

Допустимі граничні напруження згину при максимальних навантаженнях:

$$[\sigma_{FM}] = \frac{\sigma_{FlimM}}{S_{FM}} \cdot Y_S;$$

Знаходимо допустиме напруження, що не викликає залишкових деформацій або крихкого злому зуба:

$$\sigma_{FlimM} = 4,8 \cdot HB = 4,8 \cdot 241 = 1156,8 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S_F' \cdot S_F'' = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625$$

Y_S – коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу до концентрації напружень. $Y_S = 1$;

Отже:

$$[\sigma_{FM}] = \frac{1156,8}{2,625} \cdot 1,0 = 441 \text{ МПа};$$

Допустиме контактне напруження:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} \cdot Z_R \cdot Z_V;$$

Де попередньо знаходимо межу контактної витривалості поверхні зубів, що відповідає еквівалентному числу циклів зміни напруги:

$$\sigma_{Hlim} = \sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL};$$

Де межа контактної витривалості відповідає базовому числу циклів зміни напруги:

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 241 + 70 = 552 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт довговічності розраховується за формулою :

$$K_{HL} = \frac{m_H \sqrt{N_{HO}}}{N_{HE}}$$

Де: $m_H = 24$;

Базове число циклів зміни напружень: $N_{HO} = 1,7 \cdot 10^7$; Еквівалентне число циклів зміни напружень:

$$N_{FE} = 60 \cdot n \cdot t_{\Sigma} = 60 \cdot 45 \cdot 25610,112 = 69147302.4$$

$$\text{А отже: } K_{HL} = \frac{24 \sqrt{1,7 \cdot 10^7}}{\sqrt{69147302.4}};$$

Але так як $N_{HE} > N_{HO}$ то $K_{HL} = 1$;

Межа контактної витривалості:

$$\sigma_{Hlim} = 552 \cdot 1 = 552 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки для зубів з однорідною структурою матеріалу:

$$S_H = 1,1;$$

Коефіцієнт що враховує шорсткість поверхонь $Z_R = 0,95$;

Коефіцієнт що враховує колову швидкість $Z_v = 1$;

Допустиме контактне напруження для шестерні і зубчастого колеса: σ

$$[\sigma_H] = \frac{H_{lim}}{S_H} \cdot Z_R \cdot Z_v = \frac{552}{1,1} \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 477 \text{ МПа};$$

Допустиме контактне напруження при розрахунку на дійсне максимальне напруження для шестерні і зубчастого колеса:

$$[\sigma_{HM}] = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 270 = 756 \text{ МПа};$$

Розрахунок передачі на міцність при згині.

Орієнтовна колова швидкість:

$$v = 0.0125 \cdot \sqrt[3]{N_3 \cdot n_3^2} = 0.0125 \cdot \sqrt[3]{1.818 \cdot 45^2} = 0.193 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

За даної швидкості потребується степінь точності зубчастих коліс – 9-й

Коефіцієнт ширини зубчастого вінця за симетричного розташування опор:

$$\psi_d = (0,7 \dots 0,9) \cdot \psi_{d \max} = 0,8 \cdot 1,7 = 0.56;$$

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:

$$Y_F = Y_{F1} = Y_{F2} = 4.0;$$

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

$$Y_\beta = 1.0$$

Початковий модуль зачеплення:

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

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 386000 \cdot 1.0 \cdot 1.35 \cdot 1.13 \cdot \cos^2 0}{26^2 \cdot 0.56 \cdot 107.42}} \cdot 4.0 \cdot 1.0 = 3.1 \text{ мм}$$

Приймаємо $m = 5$ мм Міжосьова відстань $a=195$ мм. Кількість зубців шестерні і колеса $z=39$ шт.

Ділильні діаметри колеса і шестерні:

$$d_{\omega 1} = d_{\omega 2} = m \cdot z = 5 \cdot 39 = 195 \text{ мм};$$

Розрахункова колова швидкість

$$v = \frac{60 \cdot 100060 \cdot 1000}{60} = 0.46 \text{ м/с};$$

Ступінь точності передачі 9-та, що співпадає зраніше прийнятою.

Перевірочний розрахунок зубців на міцність при згині під дією максимального навантаження T_{\max}

$$\sigma_{Fmax} = \sigma_F \cdot \text{коэф.} \leq [\sigma_{Fmax}] T_H$$

Розрахуємо напруження згину в зубцях шестерні:

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_{\beta} \cdot \frac{W_F}{m}$$

Де: $W_F = \frac{2 \cdot T_3}{d_{\omega 1} \cdot b_{\omega 1}} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv};$

$$W_F = \frac{2 \cdot 386000}{195 \cdot 110} \cdot 1.0 \cdot 1.35 \cdot 1.13 = 36 \text{ МПа}$$

$$b_{\omega 1} = \psi_d \cdot d_{\omega 1} = 0.56 \cdot 195 = 109.2 \text{ мм}$$

Приймаємо $b_{\omega 1} = 110$ мм

$$\sigma_F = 4.0 \cdot 1.0 \cdot \frac{36}{5} = 28.8 \text{ МПа} < [\sigma_F] = 107.42 \text{ МПа};$$

Напруження згину від максимального навантаження:

$$\sigma_{Fmax} = 28.8 \cdot 2 = 57.6 \text{ МПа} < [\sigma_{FM}] = 441 \text{ МПа};$$

Перевірочний розрахунок зубців на контактну міцність дією максимального навантаження

Розрахункове напруження від максимального навантаження:

$$\sigma_{HmaxHmax} = \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{пуск}}{T_H}} \leq [\sigma]$$

Розрахуємо контактне напруження від номінального навантаження:

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot T_3 \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu} \cdot u+1}{b \cdot d_1^2 \cdot u}};$$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцям $K_{H\alpha} = 1,08$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця:

$$K_{H\beta} = 1,075$$

Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження: $K_{H\nu} = 1,02$

Коефіцієнт, що враховує форму спряжених поверхонь:

$$Z_H = 1.76 \cdot \cos\beta = 1.76 \cdot \cos 0^\circ = 1.76;$$

Коефіцієнт, що враховує механічні властивості спряжених коліс

$$Z_M = 275 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній:

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}};$$

$$\varepsilon_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cdot c_{\cos\beta}; z$$

$$\varepsilon_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \cdot \left(\frac{1}{52} + \frac{1}{52} \right) \right] \cdot c_{\cos 0^\circ} = 1.757;$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - 1,757}{3}} = 0,865$$

$$\sigma_H = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,865 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 386000 \cdot 1,08 \cdot 1,075 \cdot 1,02 \cdot \frac{1+1}{1}}{110 \cdot 195^2}} = 276,8 \text{ МПа};$$

Напруження від максимального навантаження:

$$\sigma_H = 276,8 \cdot \sqrt{1,6} = 350,13 \text{ МПа} < [\sigma_{HM}] = 756 \text{ МПа}$$

приймаємо розміри передачі:

$$m = 5 \text{ мм}, z_1 = 39, z_2 = 39, u = 1,0, b_{\omega 2} = 100 \text{ мм}, b_{\omega 1} = 110 \text{ мм}$$

Таблиця 5.6.1 Параметри зубчастої передачі

Кут нахилу зуба	$\beta = 0^\circ$
Кут зачеплення в нормальному перерізі	$\alpha_w = \alpha = 20^\circ$
Кут зачеплення в торцьовому перерізі	$\alpha_w = \alpha = 20^\circ$
Міжосьова відстань	$a_w = 0,5 \cdot m \cdot (z_1 + z_2) = 0,5 \cdot 5 \cdot (39 + 39) = 195 \text{ мм}$
Ділильний і початковий діаметри:	
Шестерні	$d_1 = d_{\omega 1} = m \cdot z_1 = 5 \cdot 39 = 195 \text{ мм}$
Зубчастого колеса	$d_2 = d_{\omega 2} = m \cdot z_2 = 5 \cdot 39 = 195 \text{ мм}$
Діаметри вершин зубців:	
Шестерні	$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 195 + 2 \cdot 5 = 205 \text{ мм}$
Зубчастого колеса	$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 195 + 2 \cdot 5 = 205 \text{ мм}$
Діаметри западин:	
Шестерні	$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 195 - 2,5 \cdot 5 = 182,5 \text{ мм}$
Зубчастого колеса	$d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m = 195 - 2,5 \cdot 5 = 182,5 \text{ мм}$

5.7. Розрахунок підшипників

Вибір упорно-радіального роликотпідшипника відбувається за такими даними: осьове навантаження що прикладене до валу і сприймається підшипником $F_{ab} = 9520,7 \text{ Н}$; частота обертання валу $n = 45 \text{ об/хв}$;

коефіцієнт обертання кільця $V = 1$; коефіцієнт безпеки $K_s = 1,2$; температурний коефіцієнт $K_T = 1,05$; необхідна

довговічність $L_h \geq 26000$ год

навантаження на підшипник $F_r = 3157.135 \text{ Н}$; посадочний діаметр валу під підшипник $d = 55 \text{ мм}$;

довговічність $L_h \geq 26000$ год

Попередньо приймаємо підшипник середньої серії 7310 за ГОСТ 33379, який має такі характеристики:

динамічна вантажопід'ємність $C = 96600$

; статична вантажопід'ємність $C_0 = 75900$;

кут контакту $\alpha = 12^\circ$

Осьова складова радіальних навантажень для підшипника

$$F_s = 0.83 \cdot e \cdot F_r = 0.83 \cdot 0.319 \cdot 3157.135 = 835,915 \text{ Н}$$

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

Розрахункове осьове навантаження

$$F_a = F_s + F_{ab} = 835,915 + 9520.7 = 10356,615 \text{ Н}$$
 Вираховуємо

співвідношення:

$$F_a = \frac{10356,615}{3157.135} = 3.28 > e = 0.31$$

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

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_s \cdot K_T$$

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

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

Де: $m = 10/3$

Номинальна довговічність цього підшипника більша за термін служби передачі. Тому цей вибір підшипника – вірний.

5.8. Підбір пневмоциліндрів для формувального механізму

Данні для розрахунку: кут направлення штоку пневмоциліндрів; $\alpha = 270$; маса об'єкту, кг; $m = 15$ кг; корисне навантаження при здійсненні робочого ходу, Н; $F_{кор} = 300$ Н,

тиск живлення пневмомережі, бар; $P = 3$ бар $= 3 \cdot 10^5$ Па; коефіцієнт тертя; $\mu = 0,2$;

коефіцієнт корисної дії механізму; $\eta = 0.9$

Беручи методику інженерного розрахунку пневмоциліндрів, за легшою формулою, маємо:

$$D = 1.13 \cdot \eta \cdot \sqrt{\frac{F}{k_1 \cdot k_2 \cdot P}};$$

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.

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

$$F = 300 + 15 \cdot 9.81 \cdot (\sin 270^\circ + 0.2 \cdot \cos 270^\circ) = 152,85 \text{ Н};$$

Діаметр поршня пневмоциліндра:

$$D = 1.13 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{\frac{152,85}{0.8 \cdot 0.6 \cdot 3 \cdot 10^5}} = 0.033 \text{ м};$$

Вибираємо діаметр поршня пневмоциліндра $D = 40$ мм; За отриманими даними вибираємо пневмоциліндр фірми Camozzi 90M2A040A0050 з рівношм ходом 50 мм.

5.9. Вибір та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань

Рис. 5.9.1 Ескіз шпонкових з'єднань

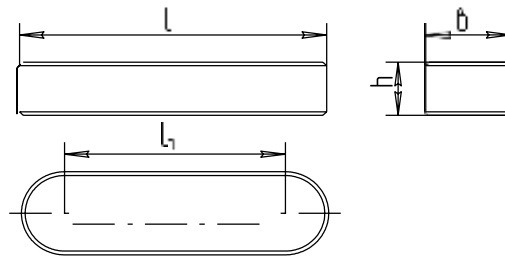


Рис. 5.9.2 Ескіз призматичної шпонки

Для вала діаметром 50мм:

Геометричні розміри шпонки:

$b = 16$ мм; $h = 10$ мм; $l = 45 \dots 180$ мм; $t_1 = 6$ мм ; $t_2 = 4,3$ 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 $[\tau_{зр}] = 100$ МПа Тоді:

$$l \geq \frac{2 \cdot 386000}{50 \cdot 16 \cdot 100} = 9,65_{\text{мм}}$$

З конструкційних міркувань приймаємо $l = 90$ мм

Перевіримо шпонку за умовою міцності на зминання:

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

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

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 386000}{50 \cdot 90 \cdot 4,3} = 39,9 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 60\text{МПа}$$

Для вала діаметром 45мм:

Геометричні розміри шпонки: $b = 14 \text{ мм}; h = 9\text{мм}; l = 36$

... $140\text{мм}; t_1 = 5,5\text{мм}; t_2 = 3,8\text{мм}$

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:

$$l \geq \frac{2 \cdot 386000}{45 \cdot 14 \cdot 100} = 7,5 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань приймаємо $l = 80\text{мм}$

Перевіримо шпонку за умовою міцності на зминання:

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

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

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 386000}{45 \cdot 80 \cdot 3,8} = 56,4 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 60\text{МПа}$$

5.10. Підбір форсунки для розпилення рідких компонентів

Для розпилення рідких компонентів потрібно вибрати насадку. Я вибрав насадку з серії Lechler 422. Насадки цієї серії мають ряд особливостей.

Мають тангенціальну подачу рідини, відсутність вбудованих елементів,

Рис. 5.12.1 Ескіз муфти

Пальці мають такі геометричні розміри:

$d = 14$ мм; $d_1 = M10$; $d_2 = 7,8$ мм; $d_3 = 20$ мм; $l = 66$; $l_1 = 33$ мм; $l_2 = 12$ мм; $l_3 = 2$ мм; $l_4 = 4$ мм; $b = 2$ мм; $h = 1,5$ мм; $l_5 = 28$ мм; $l_6 = 3,5$ мм; $t = 7$ мм;

$s = 5$ мм; $D = 26$ мм; $d_4 = 20$ мм; $d_5 = 20$ мм.

Рис. 5.12.2. Ескіз пальця

Момент опору пальця

Для вибраної муфти виконуємо перевірочний розрахунок для пальців на згин:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{Z \cdot W} \leq \{\sigma_{зг}\}$$

Де:

$$M_{зг} = \frac{2 \cdot T}{D_1} \cdot (0,5 \cdot (l_5 - l_3) + s);$$

$l_5 - l_3 = 28 - 2 = 26$ мм – довжина втулки пальця

$$M_{зг} = \frac{2 \cdot 386000}{130} \cdot (0,5 \cdot 26 + 5) = 106892,31 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Момент опору одного пальця:

$$W = \frac{\pi \cdot d_n^3}{32} \approx 0,1 \cdot d_n^3 = 0,1 \cdot 14^3 = 274,4 \text{ мм}^3$$

Z=8 -кількість пальців

Для сталі 45: $[\sigma_{зг}] = 140 \text{ МПа}$

$$\sigma_{зг} = \frac{106892,31}{8 \cdot 274,4} = 48,7 \text{ МПа} < [\sigma_{зг}] = 140 \text{ МПа}$$

Для вибраної муфти виконуємо перевірочний розрахунок втулки на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{Z \cdot A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}],$$

Де:

$[\sigma_{зм}] = 2 \text{ МПа}$ – допустиме напруження втулки на зминання Сила

що діє на втулку:

$$P = \frac{2 \cdot T}{D_1} = \frac{2 \cdot 386000}{140} = 5514,28 \text{ Н}$$

$$A_{зм} = (l_5 - l_3) \cdot d_n = 26 \cdot 14 = 364 \text{ мм} \quad 2$$

$$\sigma_{зм} = \frac{5514,28}{8 \cdot 364} = 1,8 \text{ МПа} \quad \text{МПа}$$

5.Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання

5.1 Монтаж змішувально-бродильно-формуального агрегату

Правильне виконання окремих етапів монтажу обладнання забезпечує нормальну роботу агрегату.

Монтажні роботи проводяться за проектом, спеціально розробленим монтажною організацією. Виконувати монтаж, налагодження, експлуатацію та технічне обслуговування обладнання уповноважені особи, які вивчили апаратну частину та пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Установка змішування, ферментації та формування (ZFFA) збирається в зібраному вигляді.

Монтаж ЗБФА починається з розміткових робіт, потім на розмітку, зроблену на попередньо підготовленій основі, встановлюється блок, а на анкерні болти кріпляться гайки з шайбою. Потім встановіть мотор-редуктор на спеціальну основу.

Після установки прилад очищають від бруду, масла. Перед пуском машини перевірте герметичність різьбових з'єднань: приводу мотор-редуктора, перемішайте кожухи, перевірте опір підшипників; змастити всі необхідні деталі машини; Встановіть захисний кожух і міцно закріпіть його.

Потім вручну перевірте, чи тістові тіла вільно обертаються, щоб замісити тісто. Потім переведіть машину в режим холостого ходу, коротко натиснувши кнопку «Пуск».

Під час роботи машини не повинно бути ударів і вібрації. При підключенні мотор-редуктора перевірте напрямок обертання місильних органів.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т	Назва, додаткова назва МОНТАЖ РЕМОНТ ЕКСПЛУАТАЦІЯ	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 48

Потім машина короткочасно їздить і, в разі нормальної роботи, працює без навантаження 2-3 години. Після пробного запуску та усунення виявлених несправностей приступити до роботи.

5.2 Функціонування ZBFA

Правила технічної експлуатації ZBFA включають: підтримувати зовнішні умови своєї роботи (придатність приміщення, чистоту, температуру, вологість, чисте повітря та інші).

Основні правила роботи ZBFA:

- забезпечити належний стан робочого місця;
- технічне обслуговування чистого обладнання, своєчасне та належне змащування;
- дотримання допустимих режимів роботи механізмів (потужності, швидкості, теплових та інших навантажень);
- дотримання правил експлуатації машини (пуск, хід, зупинка);
- Виконання заходів, передбачених системою планового технічного обслуговування та ремонту обладнання.

Відділ головного механіка здійснює контроль за технічним станом обладнання підприємства, який не лише контролює умови експлуатації, а й готує пропозиції та технічну документацію щодо покращення стану обладнання. Обладнання. Інспекційна служба цього відділу має право зупиняти машини та агрегати у разі незадовільного стану, неправильної експлуатації або порушення програм планового технічного обслуговування.

Робітник (оператор) повинен знати конструкцію та взаємодію основних механізмів машин, вміти їх регулювати, проводити дрібний ремонт, утримувати робоче місце в справному стані. Технічний стан ЗБФА залежить від знання та дотримання кожним робітником правил експлуатації обладнання. Догляд за ZBFA необхідний для підтримки його ефективності. При правильному догляді можна значно збільшити термін служби свого

агрегату до наступного ремонту. Перед початком роботи робітник повинен оглянути агрегат і перевірити його робочий стан, перевірити місця змащення, наявність в них масла. У разі виявлення пошкодження або несправності працівник повідомляє про це роботодавця. Під час зміни необхідно змастити всі вказані місця, карту мастила даного пристрою, масло, зазначене в інструкції. Завдяки центральному змащенню переконайтеся, що масляний бак завжди заповнений маслом.

5.3 Ремонт ZBFA

Під час роботи ЗБФА необхідно стежити за характером агрегату. Необхідно контролювати температуру підшипників. При появі незвичайного шуму в робочому механізмі необхідно зупинити машину і провести необхідні регулювання. При незначних пошкодженнях, які не призводять до простою, пошкоджену деталь слід негайно замінити.

Ремонт і технічне обслуговування - це комплекс операцій, спрямованих на підтримання працездатності або умов експлуатації обладнання під час його експлуатації за призначенням, зберігання та транспортування. Технічне обслуговування обладнання під час його використання за призначенням здійснюється відповідно до інструкції з експлуатації, складеної виробником. У комплекс ремонтно-сервісних робіт ЗБФА, що діє, входять: технічний огляд та у разі виявлення несправності його ремонт.

6. Розробка технологічного процесу виготовлення

вилки штока пневмоциліндра

6.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріала

При розробці конструкції змішувального, ферментаційного та бісквітного агрегату з гільйотинним різальним механізмом враховувалися конструкція лопаті пневматичної гільйотини та конструкція кріплення лопаті до пневмоциліндра.

Тому ми розробляємо технологічний процес виготовлення відповідальної частини лезотримача - вилки штока пневмоциліндра.

Ця деталь відноситься до фігур важельного типу, це тіло, що обертається, утворене трьома циліндричними поверхнями, обмеженими торцями, на цій циліндричній поверхні є дві труни і прямокутна проріз. У стовбурах є отвори $\varnothing 10$, якими фіксується ніж, а на кінці є отвір з різьбою M12x1,25, до якого кріпиться пневмоциліндр. Заготовка не піддається впливу різних агресивних середовищ, знаходиться в нерухомому з ножем, що має безпосередній контакт з кінцевим тістом, з якого виготовляють бісквіти, тому матеріал повинен володіти особливими якостями, такими як корозійна стійкість і відповідати санітарним вимогам. Враховуючи економічність цього виробу, матеріал повинен бути відносно недорогим з точки зору виробництва цього виробу.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Десик М.Г	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск	Розробник документа Біда Б.Т	Назва, додаткова назва Технологія машинобудування	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 51

Більшість деталей з високою пластичністю, вібрацією та вібрацією виготовлені зі сталі, тому сталь добре працює при розтягуванні та вигині. Для деталей, виготовлених з цієї сталі, вона характеризується низькою чутливістю до зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях.

Таким чином, провівши необхідні аналізи, можна зробити висновок, що найбільш підходящим матеріалом для виготовлення даної деталі є конструкційна сталь марки 25Х13Н2 ГОСТ 5632-72.

Таблиця 6.1. Хімічний склад 25Х13Н2 ГОСТ 5632–72.

Склад елементів в %									
C	Si	F e	S	P	Cr	Ti	Cu	Mn	Ni
0.2	До	8	0,15	0,08	12	До	До	0,8	1,5
-	0,	2	-	-	-	0,	0,	-	-2
0.3	5		0,25	0,15	14	2	3	1,2	

Таблиця 6.2. Механічні властивості 25Х13Н2 ГОСТ 5632–72.

Гранична міцність σ_B , МПа	Гранична текучість σ_T , МПа	Відносне видовження δ ,	Відносне звуження γ , %	Твердість НВ
830	-	10	-	250

6.2. Перевірка деталі «Вилка» на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності

Аналізуючи, як працює механізм, частини можна згрупувати за призначенням, характером, формою та іншими властивостями. Такий підхід дозволяє систематизувати комплектуючі та запчастини.

Враховуючи проточний спосіб виготовлення, має сенс замовити заводські заготовки. Оскільки вищенаведена пневмосистема досить поширена і вилка, деталь досить поширена, у виробника є запас подібних деталей і є можливість їх замовити в невеликій кількості.

Аналізуючи умови функціонування фурш з точки зору надійності та довговічності, ми дійшли висновку, що факторами, які впливають на них, є головним чином осьовий циклічний заряд заколювання на стрічці та дотичних напружень, що виникають на вилці з ножа. Матеріал, з якого виготовлена вилка, а саме сталь марки 25X13H2 ГОСТ 5632-72, не реагує на перепади температури, має низьку чутливість до зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях, прийнятне співвідношення межі плинності до межі плинності. міцність на розрив.

6.3. Розроблення робочого креслення «Вилка»

Рис. 6.1 Робоче креслення деталі «Вилка»

**6.4. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
«Вилка»**

Технологічний маршрут виготовлення вилки :

№ операції	Назва операції переходу	Технологічне обладнання, оснащення, різальні і вимірювальні інструменти
10	Заготівельна Установити,закріпити, (УЗЗ)	Прокат Ø42,Сталь 25Х13Н2(ГОСТ 5632–72), Токарно-гвинторізний верстат 16К20, зняти трикулачковий патрон.
10.1	Відрізати заготовку L =95 мм	Різець відрізний правий b=4мм, довжиною $\alpha = 10^0$; $\gamma = 12^0$, ВК8 , ГОСТ 18884-73, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
20	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20,

200364.ДП.34.001.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Арк 54
---------------------	------------	--------------	------------	-----------

			трикулачковий патрон , упор
20.1	Торцювати поверхню (1) Ø42, Z=2,5		Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0$; розміри: В х Н х L = 16 х 25 х 140 мм, ВК4, ГОСТ 18879-73, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.
20.2	Точити поверхню (2) Ø40 витримуючи розмір L= 70 мм		Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0$; розміри - В х Н х L = 16 х 25 х 140 мм, ВК4, ГОСТ 18879-73, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
30	Токарна УЗЗ		Токарно-гвинторізний верстат 16К20, трикулачковий патрон , упор
30.1	Торцювати поверхню (1) Ø42, Z=2,5		Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0$; розміри - В х Н х L = 16 х 25 х 140 мм, ВК4, ГОСТ 18879-73, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
30.2	Точити поверхню (2) Ø30 витримуючи розмір L= 25 мм		Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0$; розміри - В х Н х L = 16 х 25 х 140 мм, ВК4, ГОСТ 18879-73, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
30.3	Зняти фаску 5×45^0 ; поверхня (3)		Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0$; розміри - В х Н х L = 16 х 25 х 140 мм, ВК4, ГОСТ 18879-73, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
30.4	Свердлити отвір (4) під M12x1,25 витримуючи L= 30 мм		Свердло Ø10,8; Р6М5; ГОСТ 4010-77; калібр-пробка Ø1,5; ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
30.5	Нарізати різьбу (5) M12x1,25		Мітчик машинний M12x1,25, різьбовий калібр M12x1,25.
200364.ДП.34.001.ПЗ			Інд. змін.
			Дата видання
			Мова UA
			Арк 55

40	Фрезерна УЗЗ	Вертикально фрезерний верстат 6Р82Г ,ділильна головка, центри
40.1	Фрезерувати лиску (1) начорно $\alpha = 0^0$	Кінцева фреза $\varnothing 60$, $z=8$ Т15К6, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
40.2	Фрезерувати лиску (2) начорно $\alpha = 180^0$	Кінцева фреза $\varnothing 60$, $z=8$ Р6М5, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
50	Свердлильна УЗЗ	Вертикально свердлильний верстат 2Н125, кондуктор, упор
50.1	Свердлити отвір (1) під $\varnothing 10Н8$	Свердло $\varnothing 10$, Р6М5; ГОСТ 4010-77; калібр-пробка $\varnothing 10Н8$;
50.2	Свердлити отвір (2) під $\varnothing 10Н8$	Свердло $\varnothing 10$, Р6М5; ГОСТ 4010-77; калібр-пробка $\varnothing 10Н8$;
60	Фрезерна УЗЗ	Горизонтально фрезерний верстат 6Р82Г , кондуктор, упор
60.1	Фрезерувати паз (1)	Дискова фреза $\varnothing 180 \times 10 \times 32$, $z=56$ Т15К6, ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

Заготовкою для цієї деталі є круглий прокат. Припуски на підрізку торців мають вигляд $2,5 \times 2 = 5$ мм. Тому, заготовка з прокату показує собою круглий стержень $\varnothing 42$ і довжиною $L = 95$ мм.

$$K_m = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{450}{1010} = 0,446$$

Операція №20, токарна.

Перехід 20.1:

Глибина різання $t = z = 2,5$ мм.

За нормативними таблицями приймаємо подачу, що знаходиться в інтервалі $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об.

Прийнявши паспортні данні токарно-гвинторізного верстата 16К20 вибираємо подачу $S_v = 0,5$ мм/об.

Обираємо розрахункову інтенсивність різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v;$$

Де: T – середнє значення періоду стійкості різця; $T = 120$ хв;

C_v – постійний коефіцієнт швидкості різання для даних режимів різання;
 $C_v = 175$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V_p = \frac{175}{120^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,814 = 60,74 \frac{м}{хв};$$

Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 25Х13Н2 ГОСТ 5632–72:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,904 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,814$$

Де:

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

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^1 = 0,904;$$

Де: K_r – коефіцієнт, який враховує групу матеріалу по оброблюваності,

$$K_r = 1;$$

n_v – показник степеня, який вказує групу матеріалу по оброблюваності,

$$n_v = 1;$$

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 1$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60.74}{\pi \cdot 42} = 460 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Де: D – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_b=500$ об/хв.

За прийнятим значенням n_b визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_b}{1000} = \frac{\pi \cdot 42 \cdot 500}{1000} = 65,97 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3 = 21 + 2 + 2,5 + 2 = 27,5 \text{ мм.}$$

Де: L_d – довжина оброблення безпосередньо на деталі; $L_d = 21$ мм

L_1 – відстань для підводу різця з робочою подачею; $L_1 = 2$ мм

L_2 – розмір врізання різця в заготовку; $L_2 = 2,5 \text{ ctg } 45^\circ = 2,5$ мм

L_3 – розмір перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_3 = 2 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_b \cdot S_b} \cdot i = \frac{27.5}{500 \cdot 0.5} = 0.11 \text{ хв};$$

Перехід 20.2 :

Глибина різання $t = 0.5$ мм.

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

Приймаємо $S_b=0,5$ мм/об

Приймаємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^x \cdot S_y} K_v;$$

Де: $T=120$ хв; $C_v=150$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,904 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0.814$$

$$V_p = \frac{M_V \cdot r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv}}{150} \cdot 0.814 = 66,3 \frac{м}{хв};$$

Обчислюємо частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 66,3}{\pi \cdot 42} = 502 \frac{об}{хв};$$

Визначаємо: $n_B = 630 об/хв$.

Дійсна швидкість свердління:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 42 \cdot 630}{1000} = 83,12 \frac{м}{хв};$$

Приймаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_d = 70 мм$; $L_1 = 2 мм$; $L_2 = 0,5 мм$; $L_3 = 0 мм$

$$L_p = 70 + 2 + 0,5 + 0 = 72,5 мм.$$

Основний час на роботу переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_B \cdot S_B} \cdot i = \frac{72,5}{630 \cdot 0,5} = 0,23 хв;$$

Операція №30, токарна

Перехід 30.1

Глибина різання $t = 2,5 мм$.

Приймаємо діапазон подач: $S = 0,4 .. 0,5 мм/об$

Приймаємо $S_B = 0,5 мм/об$

Приймаємо емпіричну формулу (критичної) інтенсивності різання сталі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot x^y \cdot S^y} K_v;$$

Де: $T = 120 хв$; $C_v = 175$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,904 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,814$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^1 = 0,904;$$

$$V_p = \frac{175}{120^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,814 = 60,74 \frac{м}{хв};$$

Обчислюємо частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60.74}{\pi \cdot 42} = 460 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Обираємо $n_B=500$ об/хв.

Дійсна інтенсивність різання при даних обертах шпинделя:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{\pi \cdot 42 \cdot 500}{1000} = 65,97 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Обчислюємо довжина оброблення для переходу

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_d = 21\text{мм}$; $L_1 = 2\text{мм}$; $L_2 = 2,5\text{мм}$; $L_3 = 2\text{мм}$

$$L_p = 21 + 2 + 2,5 + 2 = 27,5\text{мм}.$$

Основний час на роботу переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_\phi \cdot S_\phi} \cdot i = \frac{27.5}{500 \cdot 0.5} = 0.11 \text{ хв};$$

Перехід 30.2

Глибина різання $t = 6 \text{ мм}$.

Приймаємо діапазон подач: $S=0,3 \dots 0,4 \text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B=0,4 \text{ мм/об}$

Приймаємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot x^y \cdot S^y} K_v;$$

Де: $T = 120\text{хв}$; $C_v = 150$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V_p = \frac{150}{120^{0.2} \cdot 6^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \cdot 0.814 = 49.37 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,904 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0.814$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^1 = 0,904;$$

Обчислюємо частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 49.37}{\pi \cdot 42} = 374 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

$n_B=400$ об/хв.

Дійсна інтенсивність свердління:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{\pi \cdot 42 \cdot 400}{1000} = 52.8 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

7. Приймаємо обчислюємо довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

де $L_d = 25\text{мм}$ – довжина оброблення чисто на деталі;

$L_1 = 2\text{ мм}$ – відстань для підводу різця з дійсною подачею;

$L_2 = 6\text{мм}$ – розмір врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0\text{ мм}$ – розмір перебігу різця для завершення ходу обробки поверхні.

$$L_p = 25 + 2 + 6 + 0 = 33\text{мм}.$$

Основний час на здійснення переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_{\phi} \cdot S_{\phi}} \cdot i = \frac{29,5}{400 \cdot 0,4} \cdot 2 = 0,41 \text{ хв};$$

Перехід 30.3

Глибина різання $t = 5\text{ мм}$.

Приймаємо діапазон подач: $S = 0,3 \dots 0,4\text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B = 0,4\text{ мм/об}$

Приймаємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v;$$

Де: $T = 120\text{хв}$; $C_v = 150$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,3$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,904 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,814$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^1 = 0,904;$$

$$V_p = \frac{150}{120^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,814 = 49,37 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Обчислюємо частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 49,37}{\pi \cdot 42} = 374 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Обчислюємо $n_B = 400\text{об/хв}$.

Наявна швидкість свердління:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 42 \cdot 400}{1000} = 52.8 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Приймаємо обчислюємо довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_d = 0\text{мм}$; $L_1 = 2\text{ мм}$; $L_2 = 5\text{мм}$; $L_3 = 0\text{ мм}$

$$L_p = 0 + 2 + 5 + 0 = 7\text{мм.}$$

Найвний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_g \cdot S_g} \cdot i = \frac{7}{630 \cdot 0.4} = 0.12 \text{ хв};$$

Перехід 30.4

Глибина різання: $t = 5,4\text{ мм.}$

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,13 \dots 0,15\text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B = 0,15\text{ мм/об}$

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot x^y \cdot S^y} K_v;$$

Де: $T = 45\text{хв}$; $C_v = 210$; $m = 0,3$; $x = 0,1$; $y = 0,25$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,913 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,682$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^{0,9} = 0,913;$$

$$V = \frac{210}{45^{0,3} \cdot 5,4^{0,1} \cdot 0,15^{0,35}} \cdot 0,682 = 75 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 30} = 795,77 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_B = 800\text{об/хв.}$

Дійсна швидкість свердління:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 800}{1000} = 75,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 30\text{ мм}$ – глибина свердління ;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу свердла з робочою подачею;

$L_2 + L_3 = 0,75$ мм – величина врізання свердла.

$$L_p = 30 + 2 + 0,75 = 32,75 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_g \cdot S_g} \cdot i = \frac{32,75}{800 \cdot 0,15} = 0,27 \text{ хв};$$

Перехід 30.5

Глибина різання: $t = 1,2$ мм.

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

Приймаємо $S_B=0,5$ мм/об

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^x \cdot Y^y} K_v;$$

Де: $T=45$ хв; $C_v=150$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$

$$V = \frac{150}{45^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,682 = 59,25 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 59,25}{\pi \cdot 30} = 628,7 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_B=630$ об/хв.

Дійсна швидкість нарізання різьби:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 360}{1000} = 59,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 25$ мм; $L_1 = 1$ мм; $L_2 = 2$ мм.

$$L_p = 25 + 1 + 2 = 28 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_g \cdot S_g} \cdot i = \frac{28}{630 \cdot 0,5} = 0,09 \text{ хв};$$

Операція №40, фрезерна.

Перехід 40.1

Глибина різання: $t = 6$ мм.

Подача на зуб фрези: $S_z = 0,06 \dots 0,10 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Беремо $S_z = 0,08 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Подача на один оберт фрези: $S_{\text{об.ф.}} = S_z \cdot z = 0,08 \cdot 8 = 0,64 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

Швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot S_z^u \cdot B^y \cdot Z^p} K_v;$$

Де; T – середнє значення періоду стійкості кінцевої фрези; $T = 90$ хв;

$C_v=28$; ; $q=0,45$; $u=0,1$; $y=0,5$; $p=0,1$; $m=0,33$; $x=0,5$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,913 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,682$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^{0,9} = 0,913;$$

$$V_p = \frac{28 \cdot 60^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 60^{0,5} \cdot 0,64^{0,5} \cdot 55^{0,1} \cdot 8^{0,1}} \cdot 0,682 = 75,8 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання фрези:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75,8}{\pi \cdot 60} = 402,13 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_B = 500$ об/хв.

За прийнятним значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 500}{1000} = 94,25 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 10$ мм; $L_1 = 2$ мм; $L_2 = 30$ мм ; $L_3 = 30$ мм ;

$$L_p = 28,56 + 2 + 30 + 30 = 90,56 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_\phi \cdot S_{об\phi}} \cdot i = \frac{90,56}{500 \cdot 0,64} = 0,283 \text{ хв};$$

Перехід 40.2

Глибина різання: $t = 6 \text{ мм}$.

Подача на зуб фрези: $S_z = 0,06 \dots 0,10 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Беремо $S_z = 0,08 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Подача на один оберт фрези: $S_{об.\phi.} = S_z \cdot z = 0,08 \cdot 8 = 0,64 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

Швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v D_\phi^q}{T^m \cdot S_y^u \cdot B^p \cdot Z^x} K_v;$$

де T – середнє значення періоду стійкості кінцевої фрези; $T = 90 \text{ хв}$;

$C_v=28$; ; $q=0,45$; $u=0,1$; $y=0,5$; $p=0,1$; $m=0,33$; $x=0,5$;

$$V_p = \frac{28 \cdot 60^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 60^{0,5} \cdot 0,64^{0,5} \cdot 55^{0,1} \cdot 8^{0,1}} 0,682 = 75,8 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання фрези:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75,8}{\pi \cdot 60} = 402,13 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_b = 500 \text{ об/хв}$.

За прийнятим значенням n_b визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 500}{1000} = 94,25 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 28,56 \text{ мм}$; $L_1 = 2 \text{ мм}$; $L_2 = 30 \text{ мм}$; $L_3 = 30 \text{ мм}$;

$$L_p = 28,56 + 2 + 30 + 30 = 90,56 \text{ мм}.$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_\phi \cdot S_{об\phi}} \cdot i = \frac{90,56}{500 \cdot 0,64} = 0,283 \text{ хв};$$

Операція №50, свердлильна .

Перехід 50.1

Глибина різання: $t = 5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S=0,13...0,15$ мм/об

Приймаємо $S_B=0,15$ мм/об

Визначаємо розрахункову швидкість свердління торця за емпіричною формулою:

$$V_p = \frac{C_v d_{CB}^q}{T^m S_B^y} K_v;$$

Де: T – середнє значення періоду стійкості свердла; $T = 25$ хв;

$C_v=5$; $m=0,2$; $q=0,4$; $y=0,7$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,913 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,822$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^{0,9} = 0,913;$$

$$V_p = \frac{5 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} 0,822 = 20, \text{ м/хв};$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання свердла:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20,46}{\pi \cdot 10} = 651,3 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_B=710$ об/хв.

За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 10 \cdot 710}{1000} = 22,3 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 28$ мм; $L_1 = 2$ мм; $L_2 + L_3 = 2$ мм

$$L_p = 28 + 2 + 2 = 32 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_B \cdot S_{об\phi}} \cdot i = \frac{32}{710 \cdot 0,15} = 0,3 \text{ хв};$$

Перехід 50.2

Глибина різання: $t = 5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S=0,13\dots0,15$ мм/об

Приймаємо $S_B=0,15$ мм/об

Визначаємо розрахункову швидкість свердління торця за емпіричною формулою:

$$V_p = \frac{C_v d_{CB}^q}{T^m S_B^y} K_v;$$

Де: T – середнє значення періоду стійкості свердла; $T = 25$ хв;

$C_v=5$; $m=0,2$; $q=0,4$; $y=0,7$;

$$V_p = \frac{5 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} 0,822 = 20 \text{ м/хв};$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання свердла:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20,46}{\pi \cdot 10} = 651,3 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_B=710$ об/хв.

За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 10 \cdot 710}{1000} = 22,3 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 28$ мм; $L_1 = 2$ мм; $L_2 + L_3 = 2$ мм.

$$L_p = 28 + 2 + 2 = 32 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_B \cdot S_{\text{об}\phi}} \cdot i = \frac{32}{710 \cdot 0,15} = 0,3 \text{ хв};$$

Операція №60, фрезерна.

Перехід 60.1

Глибина різання: $t = 5$ мм.

Подача на зуб фрези : $S_z = 0,06 \dots 0,01 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Беремо $S_z = 0,08 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$;

Подача на один оберт фрези: $S_{\text{об.ф.}} = S_z \cdot z = 0,08 \cdot 56 = 4,48 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

Швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v D_\phi^q}{T^m t^x S_z^y B^u} K_v;$$

Де: T – середнє значення періоду стійкості кінцевої фрези; T = 90хв;

$C_v=757$; $q=0,2$; $u=0,1$; $y=0,4$; $m=0,35$; $x=0,3$;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 0,913 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,682$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{830}\right)^{0,9} = 0,913;$$

$$V_p = \frac{757 \cdot 180^{0,2}}{90^{0,35} \cdot 5^{0,3} \cdot 4,48^{0,4} \cdot 20^{0,1}} \cdot 0,682 = 75,8 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання фрези:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75,8}{\pi \cdot 180} = 134 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

Приймаємо: $n_B = 170 \text{ об/хв}$.

За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 180 \cdot 170}{1000} = 96,1 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

Де: $L_0 = 20 \text{ мм}$; $L_1 = 2 \text{ мм}$; $L_2 + L_3 = 180 \text{ мм}$;

$$L_p = 20 + 2 + 180 = 202 \text{ мм}.$$

Основний час на виконання переходу

$$t_o = \frac{L_p}{n_B \cdot S_{\text{об.ф.}}} \cdot i = \frac{202}{170 \cdot 4,48} \cdot 11 = 2,92 \text{ хв};$$

7. Охорона праці

Інструкції по охороні праці на підприємстві розробляються згідно з вимогами Закону України «Про охорону праці» та встановлюють правила проведення робіт та поведінки робітників на території підприємства, у виробничих приміщеннях та на робочому місці згідно державних, міжгалузевих та галузевих нормативних актів по охороні праці. Розроблені інструкції являються нормативними документами, обов'язковими для виконання оператором сушарки. До самостійної роботи оператором сушарки допускаються особи чоловічого роду, досягнувши 18-річного віку, що мають освіту не нижче середньої, що пройшли медичне обстеження, ввідний інструктаж, навчання та перевірку теоретичних знань по охороні праці, первинний інструктаж на робочому місці, стажування та набуття навиків безпечних методів праці, що здали екзамен по робочому місцю цеховій кваліфікаційній комісії та допущені до самостійної роботи розпорядженням по цеху. Оператор повинен знати властивості сировини, напівфабрикатів, палива, готової продукції; технологічну схему виробництва, сутність технологічного процесу; будову та принцип роботи обладнання. Під час роботи оператор сушарки постійно підтримує зв'язок з оператором вищого рівня культури, черговим слюсарем, черговим електриком та черговим лаборантом шляхом особистого спілкування або по телефону. Основними шкідливими факторами являються пил, що з'являється при роботі сушарки, та пар, що подається до сушарки. Для усунення впливу даних факторів необхідно використовувати респіратор, очки, рукавиці проризинені. Оператор сушарки повинен слідувати правилам особистої гігієни: не приймати їжу на робочому місці, перед прийомом їжі мити руки.

<i>Відповідальна організація НУХТ</i>	<i>Технічне узгодження Десик М.Г</i>	<i>Вид документа Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа НУХТ ОХ-4-7ск</i>	<i>Розробник документа Біда Б.Т</i>	<i>Назва, додаткова назва ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	200364.ДП.34.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова UA</i>	<i>Арк 69</i>

Висновки

У даному дипломному проекті спроектовано та розроблено змішувальнобродильноформувальний агрегат.

Деякі з основних переваг цього агрегату включають:

- Завдяки поєднанню технологічних операцій змішування, бродіння, формування та розпушування в одному агрегаті з безперервною дією, значно знижується витрати на обладнання та електроенергію, дозволяє формувати вироби з тіста на дріжджах з наступною остаточною нарізкою безпосередньо в піч.
- Зменшити розмір виробничої лінії, щоб зменшити та раціонально використовувати виробничі площі.
- Завдяки тому, що тісто замішується в 3 етапи: змішування компонентів, власне замішування та пластифікація, процес замішування інтенсифікується, що в свою чергу покращує якість тіста, а отже, і готового продукту,
- Скорочується тривалість процесу приготування тіста та можливість використання прискореного приготування тіста.

У дипломному проекті зроблені розрахунки, що підтверджують зручність та ефективність роботи змішувально-ферментаційно-формувального агрегату.

Тому змішувальна, ферментаційно-формувальна установка з формоутворювальною камерою має багато переваг, що дає можливість впроваджувати її у виробництво.

Список використаної літератури

1. Brennan J. G.. Food Processweing Handbook, 2nd Edition / James G.B., Alistair S.G. – Willey-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. – 826 p. Надійність обладнання галузі: переробні та харчові виробництва : підручник / Ю. Г. Сухенко, І. П. Паламарчук, Р. І. Сивак, М. М. Жеплінська ; за ред. Ю. Г. Сухенка ; Нац. університет природокористування і біоресурсів України. – Київ : Інкос, 2018. – 484 с.

2. Сухенко, Ю. Г. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум : навч. посібник / Ю. Г. Сухенко, М. М. Жеплінська, М. М. Муштрук ; за ред. Ю. Г. Сухенка ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Інкос, 2018. – 244 с.

3. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навч. посібник / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2018. – 195 с.

4. Технологічне обладнання борошномельних і круп'яних підприємств : підручник / О. І. Гапонюк, Л. С. Солдатенко, Л. Г. Гросул та ін. – Херсон : Олді- плюс, 2018. – 752 с.

5. Верхівкер, Я. Г. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі : навч. посібник / Я. Г. Верхівкер, О. С. Бессараб, Т. І. Нікітчина ; за ред. Я. Г. Верхівкера ; Одес. нац. акад. харч. технол., Національний університет харчових технологій. – Одеса : Освіта України, 2017. – 144 с.

6. Гуменюк Г. Д. Стандартизація : навч. посібник / Г. Д. Гуменюк ; Національний університет харчових технологій. – Херсон : Олді-плюс, 2017. – 330 с.

7. Матеріалознавство та матеріали у харчовій промисловості : підручник / В. А. Косенко, Н. Ф. Куцевська, С. В. Кадомський та ін. – Київ : Ун-т Україна, 2017. – 383 с.

8. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. – Київ: Упаковка, 2010. – 744 с.

10. Бондаренко, Г. Основи технології машинобудування : навч. посібник / С. Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія 2006, 2007. – 500 с.
11. Гончаренко Г. М. Технологічне обладнання консервних та овочепереробних виробництв : довідник : навч. посібник / Г. М. Гончаренко, В. В. Дуб, В. В. Гончаренко. – Київ : Центр навч. літ., 2007. – 304
12. Переяславцев, О. М. Основи теоретичної механіки та опору матеріалів : навч. посібник / О. М. Переяславцев, А. А. Бондаренко, О. О. Островський. – Вінниця : Нова книга, 2007. – 472 с