

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно технічний  
інститут ім. академіка 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)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олександр ГАВВА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжинирінг харчових та біотехнологічних  
виробництв

на тему: Модернізація машини для виготовлення пончиків продуктивністю  
240 шт/год.

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗОХ-5-6ск

\_\_\_\_\_ Западня Олег Романович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

Консультанти \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2023р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут 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 «Інжинирінг харчових та біотехнологічних виробництв»

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри МАХФВ**

**проф. Олександр ГАВВА**

(власне ім'я і ПРІЗВИЩЕ)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Западня Олег Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини для виготовлення пончиків продуктивністю 240 шт/год.

керівник роботи Десик Микола Григорович, доцент, кандидат тех. наук,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2022 року

№ 809 КС

2. Строк подання здобувачем роботи «01» лютого 2023р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання. 2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

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

5. Перелік графічного матеріалу: Загальний вигляд обладнання; Складальні одиниці обладнання; Технологія машинобудування.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: «11» 11. 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	14.11.2022р.	
2	<i>Вступ</i>	18.11.2022р.	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	25.11.2022р.	
4	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	01.12.2022р.	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	07.12.2022р.	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи</i>	16.12.2022р.	
7	<i>Вибір конструктивних матеріалів</i>	25.12.2022р.	
8	<i>Розрахункова частина</i>	30.12.2022р.	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	06.01.2023р.	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	10.01.2023р.	
11	<i>Опис системи управління</i>	13.01.2023р.	
12	<i>Заходи з охорони праці</i>	16.01.2023р.	
13	<i>Висновки</i>	21.01.2023р.	
14	<i>Список використаних літературних джерел</i>	25.01.2023р.	
15	<i>Графічна частина</i>	28.01.2023р.	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2023р.	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Олег ЗАПАДНЯ**

(ім'я та прізвище)

**Микола ДЕСИК**

(ім'я та прізвище)

## Анотація

У порівнянні з харчуванням в домашніх умовах громадське харчування на сучасному етапі буде займати провідне місце. Основним фактором, в зв'язку з цим виникає необхідність подальшої автоматизації та механізації виробничих процесів для підвищення продуктивності праці. Для потреб підприємств громадського харчування вітчизняна промисловість створює велику кількість різноманітних машин. Нові машини та обладнання, які є більш сучасними та працюють в автоматичному режимі без участі людини щорічно впроваджуються та освоюються. Тому при виконанні дипломного проекту більше звертається уваги на механізацію виробництва громадського харчування, а саме на виробництво пончиків.

Для виробництва пончиків з діркою створена конструкція пончикowego апарату. Цей апарат дає змогу забезпечити випікання пончиків без великих затрат. Тобто встановлення даного агрегату дозволить замінити старе обладнання на більш функціональне та економічне.

В дипломному проекті представлені також розділи по охороні праці та технології виготовлення деталі.

Графічна частина складається з 5 листів А1.

**Ключові слова:** пончик, смаження, формування, апарат для приготування пончиків.

## **Annotation**

In comparison with meals at home, public catering at the current stage will occupy a leading place. The main factor in this connection is the need for further productivity. For the needs of public catering enterprises, the domestic industry creates a large number of various machines. New machines and equipment that are more modern and work in automatic mode without human intervention are annually introduced and mastered. Therefore, during the completion of the diploma project, more attention is paid to the mechanization of the production of catering, namely the production of donuts.

For the production of donuts with a hole, the design of the donut machine was created. This device allows you to bake donuts without spending a lot of money. That is, the installation of this unit will allow replacing the old equipment with a more functional and economical one.

The diploma project also presents sections on labor protection and part manufacturing technology.

The graphic part consists of 5 A1 sheets.

**Key words:** donuts, baking, forming, donut machine.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8...10 ст.
1. Огляд пончикових апаратів.....	11 ст.
1.1.Історія пончиків.....	11 ст.
1.2.Технологічна сутність процесу смаження.....	12 ст.
1.3.Класифікація апаратів для смаження.....	13 ст.
1.4.Огляд аналогічного обладнання.....	14...19 ст.
2. Техніко-соціальне обґрунтування пончикового апарату.....	20...23 ст.
3. Будова та принцип дії агрегату що розробляється.....	24...25 ст.
4. Підбір конструкційних матеріалів.....	26...27 ст.
5. Розрахункова частина.....	28 ст.
5.1.Розрахунок продуктивності пончикового апарату.....	28...29 ст.
5.2.Розрахунок тону фритюра.....	29...31 ст.
5.3.Розрахунок апарату на міцність.....	32 ст.
5.4.Розрахунок підшипників.....	33 ст.
5.5.Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини.....	34...35 ст.
5.6.Вибір та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань.....	35...37 ст.
5.7.Тепловий розрахунок.....	37 ст.
6. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання.....	38 ст.
6.1.Загальні положення.....	38 ст.
6.2.Розміщення і монаж.....	39...40 ст.
6.3.Експлуатація пончикового апарату.....	40...41 ст.
6.4.Ремонт пончикового апарату.....	41...42 ст.
7. Технологія виготовлення направного болта.....	43 ст.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>20-1997.ДП.08.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1</b>

7.1.Вибір деталі та обґрунтування направного болта.....	43 ст.
7.2.Перевірка деталі «Болт» на відповідність умов взаємозамінності, надійності та довговічності.....	43...44 ст.
7.3.Розробка робочого креслення деталі «Болт».....	44...45 ст.
7.4.Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі «Болт».....	45...63 ст.
7.4.1.Токарна операція.....	
8. Охорона праці.....	64 ст.
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71
ДОДАТКИ.....	73

## Вступ

На сьогоднішній день харчування в громадських місцях більш популярне аніж харчування в домашніх умовах. Через це виникла необхідність в механізації та автоматизації виробничого процесу для підвищення продуктивності. Кожен рік люди освоюють нове та більш сучасне обладнання, яке працює в автоматичному режимі.

В нашій країні одна з найважливіших задач – це реформа науково-технічного прогресу в господарстві. На даний момент багато виробничих процесів виконуються вручну, тому особливу увагу загострили саме на громадському харчуванні. В нас на даному етапі є дуже багато видів робіт, в яких задіяна велика кількість малокваліфікованих робітників.

Важливий засіб прискорення прогресу в громадському харчуванні це заміна старих апаратів на більш сучасні, що ніяк не поступають в якості та надійності старим.

Найважливіше завдання для галузі масового харчового виробництва – це підвищення технологічного та технічного покладаючись на науково–технічні досягнення.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>20-1997.ДП.08.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1</b>

Основний напрямок технічного вдосконалення на підприємстві – це створення та впровадження нового більш прогресивного обладнання або модернізація старого ще діючого шляхом вдосконалення показників. Щоб вирішити дану проблему було задіяно зусилля різних організацій, таких як: науково-дослідницькі, проектні, заводські конструкторні та технологічні підрозділи, а також багато кваліфікованих працівників з різних навчальних закладів.

Значне місце серед багатьох процесів теплової обробки харчових продуктів займає процес смаження, який поділяється на декілька різновидів.

Основним теоретичним положенням цього процесу є теорія теплопереносу та масопереносу, що пояснює механізм фізичних та хімічних змін продукту під час процесу смаження.

Найбільш широкий асортимент випуску смажених страв – це підприємства харчування, такі як: рибні, консервні виробництва, пекарні, кондитерки. Ці всі перелічені підприємства здебільшого використовують конструкції сучасних жарильних апаратів. Конструкції жарильних апаратів показують можливість використання як по одному так і в складні технологічної лінії.

Інженери активно ведуть пошуки новітніх технічних рішень з розробки новітніх жарильних апаратів, які ведуть до підвищення різних показників якості випущеної продукції.

Одна з найважливіших проблем в цьому напрямку це – енергетична проблема, яка спрямовує до економії енергії різними шляхами. Для вирішення цієї проблеми пошуком шляхів повинні займатися не тільки спеціалісти з галузей, а й користувачі, тобто галузі масового виробництва харчової продукції.

Актуальними науковими дослідженнями є удосконалення процесу смаження, які значно скорочують процес смаження, тим самим значно знижувати електроспоживання, збільшення коефіцієнту корисної дії (ККД), а

а також зниження втрат продукту. До вищезазначених вимог можливе раціональне поєднання нових розробок та способів теплової обробки, вивчення різних властивостей сировини та її фізичні та хімічні зміни під час нагрівання.

Розробка нових технологій та рецептур, як правило, не враховує в себе теплові, фізичні та оптичні властивості сировини.

Таким чином, комплексні розв'язання проблем що-до створення більш ефективного та сучасного жарильного обладнання можливе тільки при використанні сучасних досягнень у різних галузях дослідницьких процесів та апаратів, з основними аспектами та шляхами інтенсивності процесу, раціональнішого використання енергії та підвищення якості виробленої продукції.

# 1. ОГЛЯД ПОНЧИКОВИХ АПАРАТІВ

## 1.1 Історія пончиків

Щоб приготувати пончики використовують апарати різних типів. За якістю виготовленого продукту (пончиків) визначають якість роботи апаратів.

Одним з найпопулярніший кондитерських виробів в світі вважається пончик. Не дивлячись на високу калорійність продукту його люблять їсти люди різного віку. Пончик – це пиріжок круглої форми смажений в олії. Також часто їх роблять з начинкою (джем, стугнене молоко, варення, газурь), посипають пудрою або глазур'ю.

Вперше термін «пончик» (paczek) згадується в часи правління польського короля Агуста Грубого III (1696-1763).

Ще існує легенда про те, що перший пончик випекли на полях битв кондитером Фрідріха Великого в 1756 році. Страві надали форму гарматного ядра та висмажили її у сковороді на відкритому вогні в великій кількості жиру.

Але ще в північно-німецьких землях з'явилися дріжжові кулі, спечені в смазці, в XVI столітті.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Огляд пончикових апаратів</b>	<b>20-1997.ДП.08.001.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/9</b>

## 1.2 Технологічна сутність процесу смаження

Широке застосування надали процесу смаження, цей процес є одним з важливих процесів під час термічної обробки продуктів. Процес жаріння полягає в доведенні продуктів до стану готовності з підсмаженою скоринкою на поверхні при температурі 150-350°C. Обробка продукту відбувається при контакті з теплоносієм, це розтоплений жир або інфрачервоне випромінювання.

Процес смаження у фритюрі є зануренням продукту в жир 145-185°C, це забезпечує його нагрів по всій поверхні.

Є два способи якими смажать у фритюрі – це заглиблення та плаваючий.

З способом з заглибленням продукт не впливає на поверхню а смажить в повному об'ємі жиру. При плаваючому способі продукт занурюють на 20-40 см в жир, після чого він впливає на поверхню та дожарюється до стану готовності.

Раціональнішим є спосіб заглиблення, оскільки при ньому:

- Збільшується продуктивність праці;
- Рівномірно обжарюється продукт з усіх сторін;
- Зменшує витрати жиру;
- Зменшує тривалість смаження.

### 1.3 Класифікація апаратів для смаження

Особливість апаратів для смаження визначають видами смаження, джерелами енергії, вимогами технології смаження.

Класифікують ці апарати за технологічною та теплотехнічною ознакою.

Апарати поділяються на групи залежно від технології та виду смаження:

- Комбіновані апарати – ці апарати використовуються для смаження комбінованими способами;
- Пекарні шафи – їх використовують для смаження в середовищі нагрітого повітря;
- Сковороди – їх використовуються для смаження на відкритій поверхні;
- Фритюрниці – призначені для смаження у фритюрі
- Апарати-гриль – смажать продукт в середовищі ІЧ-випромінювання.

За джерелом тепла апарати поділяють на електричні, газові та рідинно або твердопаливні.

За способом перенесення тепла апарати бувають з безпосереднім або побічним нагрівом.

Принцип дії в апараті буває періодичний, напівперіодичний або безперервний.

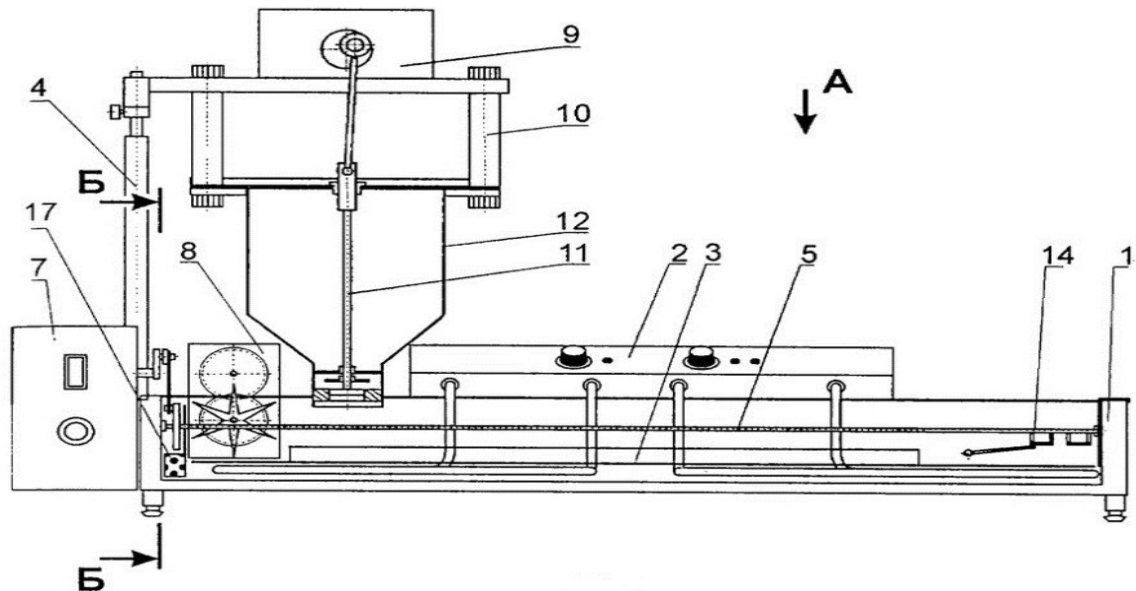
Якість смаження продукту також залежить від особливостей конструкції апарату.

Основна технологічна вимога в процесі смаження є мінімальний проміжок часу та незначні витрати сировини.

## 1.4 Огляд аналогічного обладнання

### Пончиковий апарат МР-2

Будова апарату: 1- жаровий бак , 2-нагрівач, 3-піддон, 4-кронштейн, 5- механізм подачі пончиків, 6-екран,7- пристрій управління, виконане у вигляді програматора,7- привід крильчатки, 9-привід дозатора, 10-підвіс дозатора, 11-поршень дозатора, 12-бункер дозатора, 13-крильчатка, 14- лопатку перевероту пончиків, 15-лопатку вивантаження пончиків, 16- бар'єрні пластини,17- фільтр, 18-кронштейн механізму подачі пончиків, 19-дефлектор, 20-захисний екран.



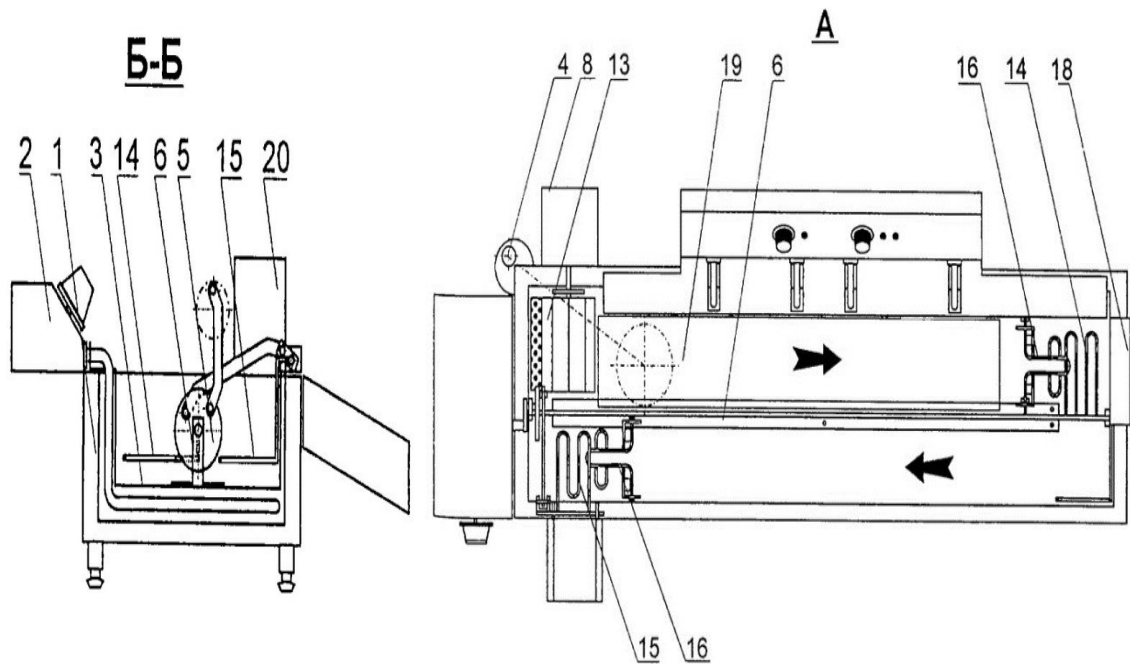


РИС.1.1. Пончиковий апарат МР-2

### Переваги пончикового апарату МР-2

1. Апарат містить бак для жарки з циркулюючою рідиною, нагрівач, який встановлений в баку, дозатор тіста, що з'єднаний з опорною рамою, пристрій, що регулює температуру, під'єднаний до нагрівача, пристрій для циркуляції рідини, пристрій для подачі пончиків та блок управління.

2. Апарат відрізняється тим, що пристрій подачі пончиків включає в себе лопатку яка перевертає пончики, лопатку для вивантаження цих пончиків та бар'єрні пластини.

3. Апарат відрізняється тим, що в ньому є система безпеки яка може спрацювати при одній з двох температур.

### Пончиковий апарат МПК-8

Апарат призначений для смаження продуктів харчування у фритюрі. Він містить ванну, яка складається з бічних стінок та днища. Ванну розділяє перегородка на жарильну та завантажувальну порожнини. Порожнини поєднані між собою зазором, який йде між верхнім краєм перегородки та поверхнею самого фритюру та через зазор між днищем та нижнім краєм перегородки. Ванну закриває кришка під якою є витяжний патрубок через який виходить фритюрна піна. В патрубку є засід для гасіння фритюрного відділу та піни. В патрубку є засід для гасіння фритюрного відділу та піни. Кришка містить в собі вихідний отвір який веде у вікно. В кришці є лійка. Так же є направляючі які встановлені в жарочній порожнині. Зовні від направляючих встановлені електронагрівачі які нагрівають фритюр. В ванній також встроєні датчики для вимірювання температури. У вікні встановлені дозатори з електроприводом для подачі порцій продукту. На кришці встановлені обмежувач і штовхач. Конструкція апарату дуже компактна та енергозберігаюча, що дозволяє підвищити ефективність процесу виготовлення продукту.

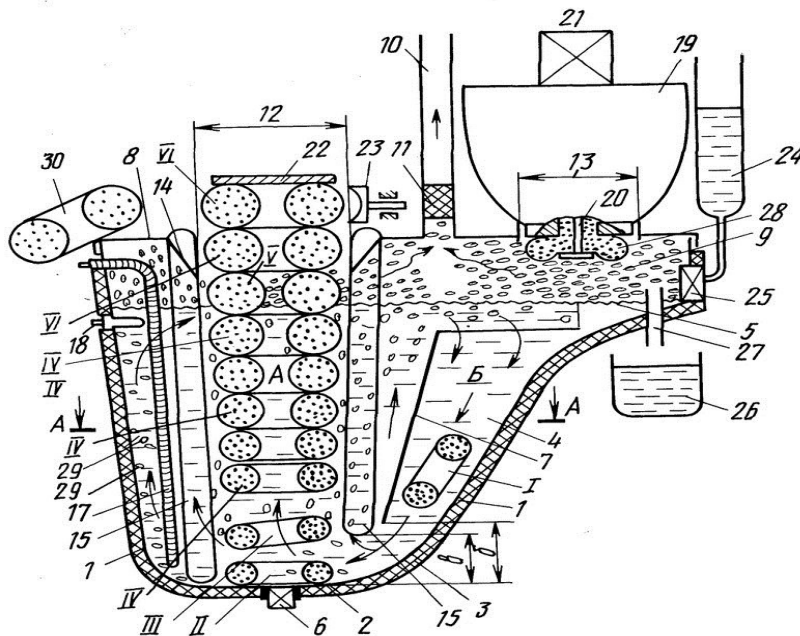


Рис.1.2. Пончиковий апарат МПК-8

Апарат має фритюрну ванну яка зроблена з бічних стінок 1 та днища 2, які зовні покриті теплоізоляцією 3. Ванна заповнена фритюром 4 до рівня 5. До днища прикріплена зливна пробка 6. Ванну розділяє вертикальна перегородка 7 на жарильну А та завантажувальний Б порожнини. Дані порожнини повідомляються між собою верхнім зазором «а» між верхнім краєм перегородки 7 та поверхнею фритюру 5 та нижнім зазором «б» між нижнім краєм перегородки 7 та днищем 2.

Зверху ванну закриває кришка 8, між кришкою та фритюром є вільний простір «У» для переміщення піни 9, яка утворюється від смаження продукту, в патрубок 10. Витяжний патрубок містить засіб гасіння фритюро відділу 11 та піни. Кришка містить в собі отвір 12 над порожниною «А» для виходу готового продукту та вікна 13 над порожниною «Б» для завантаження нових порцій вихідного продукту. Кришка 8 містить лійку 14, яка обмежує вихідний отвір 12 для повернення фритюру який обтікає з виготовленого продукту.

У порожнині для жарки «А» між стінками та перегородкою встановлені вертикальні направляючі 15, які обмежують в середині порожнини простір для переміщення порцій продукту. Направляючі 15 пов'язані між собою сполучними елементами 16, в результаті цього утворюється єдина конструкція, деталі якої стикаються з стінками та перегородкою. Направляючі 15 проходять верхньою частиною через лійку 14 та скріплені з нею, а через нижню частину проходять з боку бічних стінок ванни та дна, та мають зазор «В» щодо днища зі сторони перегородки.

Від направляючих встановлені трубчасті електронагрівачі (ТЕН) 17 у порожнині «А» для нагрівання фритюру до заданої температури. Регулятор температури здійснює включання і вимикання тенів які підтримують задану температуру, датчик температури 18 встановлений всерединні ванни. На тенах 17 також можуть бути закріплені на направляючих 15.

Складається дозатор з ємності який накопичує вихідний продукт 19 та дозуючого механізму 20, який приводить в рух електропривід 21. В вікні 13 встановлений дозатор, але цей дозатор також може бути встановлений над вікном. В зоні вихідного отвору 12 над кришкою розташований обмежувач 22 та пристрій щоб вилучати готовий продукт з ванни, наприклад штовхач 23 який пов'язаний з електроприводом 21 дозатора.

Модуль що підтримує постійний рівень фритюру 5, складається з ємності холодного фритюру 24, який розташований вище рівня фритюру 5 та регулятора рівня 25.

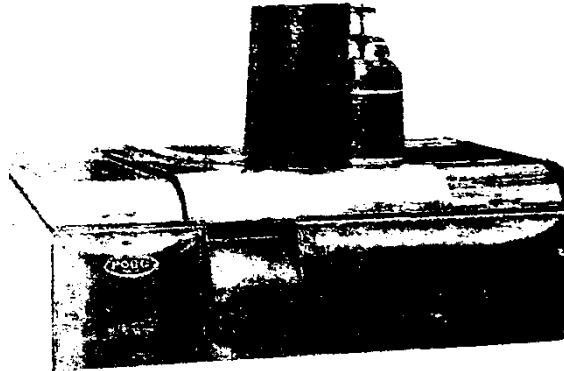
Ємність 26 запобігає переповнення ванни у фритюрі, розташована нижче рівня фритюру 5, вона в деяких моментах моментах заповнюється гарячим фритюром через переливні трубки 27, верхній отвір якої знаходиться вище рівня фритюру 5, підтримуючого регулятором 25.

### **Переваги пончикового апарату МПК-8**

1. Відрізняється апарат тим, що вертикальні направляючі сполучені між собою елементами, в результаті такого утворилася єдина конструкція, яка стикається з бічними стінками та перегородкою.
2. Відрізняється апарат тим, що на кришці встановлена лійка, яка обмежує вихідний отвір для повернення фритюру в ванну, що витіває з готового продукту.
3. Відрізняється апарат тим, що у вікні кришки встановлений дозатор.
4. Відрізняється апарат тим, що зовні фритюрної ванни встановлення теплоізоляція.
5. Відрізняється апарат тим, що над вікном кришки встановлений дозатор.

*Автомат для приготування пончиків АВПП – 3,0/220-230*

*(виробник – НПО “Росс”, м. Харків)*



*Рис.1.3 Автомат для приготування пончиків АВПП – 3,0/220-230*

Апарат призначений для приготування пончиків форми кільця. Також в цьому апараті автоматизовані такі операції як: дозування тіста, перевертання пончиків, формування кільцеподібної формим, виїмка з ванни готової продукції.

Апарат забезпечує автоматизований процес при малих розмірах та малому енергоспоживанні. Всі деталі які контактують з продукцією виконані з нержавіючої сталі.

Апарат має можливість змінювати продуктивність, масу пончиків під час роботи. В апараті встановлений датчик температури який забезпечує та контролює необхідну температуру для жарки пончиків.

Апарат працює в безперервному режимі, цей режим забезпечує високу продуктивність, при цьому апарат займає не багато часу для підготовки до роботи.

## 2. Техніко – соціальне обґрунтування пончикового апарату

Підняти економічну ефективність для роботи підприємств та громадського харчування дає впровадження нової та прогресивної техніки, що скорочує витрати сировини та енергії.

У громадському харчуванні науково-технічний прогрес заключається не лише у вдосконаленні та розвитку знарядь праці, або створенні якихось новітніх технологій а й впровадженні нових методів праці і управління.

Технічні вдосконалення також повинні знижати затрати праці на певну одиницю продукції коли використовуються нові машини та механізми.

Кажучи другими словами, нова техніка буде ефективною лише в тому випадку коли затрати праці на її створення та використання вимагатимуть менше праці, яка зберігається застосуванням нової техніки. Економічна суть вдосконалення машин та механізмів заключається у зниженні затрат на одиницю продукції.

Вдосконалення теплових апаратів також має велике значення в прискоренні науково-технічного прогресу в громадському харчуванні, застосування нових способів нагрівання, автоматизація підтримки заданих режимів програми теплового комплексу дозволяє інтенсифікувати процес теплової обробки.

На протязі двадцяти років в нашій країні проходили значні зміни у виробництві теплового обладнання, які впевнено можна назвати технологічним переворотом. В ньому можна виділити три періоди. Перший період полягає у тому, що обладнання яке використовують переводять з твердого до газового або електричного.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Техніко – соціальне обґрунтування пончикового апарату</b>	<b>20-1997.ДП.08.002.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/4</b>

Другий період перейшов від універсального обладнання до секційного, кожна секція якого призначена для виконання окремої операції теплової обробки. Третій період діє в теперішній час. Заключається цей період в провадженні та виробництві новітнього обладнання яке використовує нові методи обробки продуктів, суха пара чи конвективний обігрів.

Що-до розвитку нового теплового обладнання найбільше підходить створення нових апаратів:

- З новітніми пристроями, які механізують процес перемішування або перевертання продуктів;

- З автоматизованими регуляторами та програмами які контролюють тепловий процес;

- Апарати які безперервно варять або смажать продукти;

Щоб підвищити технічний рівень підприємства або громадського харчування, продуктивність праці та покращення організації обслуговування людей, треба значно вдосконалити роздаточне обладнання, впровадити високопродуктивні комплектувальні конвеєрні лінії. Прилавки самообслуговування, шафи являються новим направленням роздаточного обладнання. Воно також має відповідати санітарним та технічним нормам.

Впровадження на новій технічній основі це і буде вдосконалення технологічного процесу в громадському харчуванні. Є три напрямки по яких повинна створюватись нова техніка. Основним з яких є освоєння техніки, що відповідає сучасному рівню розвитку та її розробка. На постійній основі потрібно проводити роботу по створенню нової техніки, нових видів. І не треба забувати про модернізацію старого обладнання.

Погана ефективність нової техніки здебільшого пов'язана з не конструктивністю по рішенню окремих видів машин. Це може бути не висока якість або надійність використовуваного обладнання.

Покращити всі важливі технічні на економічні параметри машини, або механізмі – ось основна задача розробника та творця нової техніки:

- Створювати машини та апарати, які працюють на основі електрофізичних методів теплової обробки;
- Створювати високопродуктивні універсальні машини та механізми які більш зручні у використанні їх в індивідуальному порядку, а також в автоматизованій лінії;
- Створити якісь засоби комплексної механізації та автоматизації для підприємств які базуються як харчова промисловість;
- Підвищити якість обладнання, що випускається – забезпечити повну ремонтпридатність.

Якщо вирішити ці всі задачі то це значно покращить якість та процес випускаємої продукції а також значно знизить її собівартість.

Вдосконалення технологічного процесу кулінарної продукції, закладає в собі посилення, що забезпечує не тільки якість виробів а й використання сировини та продуктів.

Основні напрямки розробки технологічного обладнання: використання уніфікованих вузлів та деталей, зменшення габаритів машини, підвищення якості, надійності та довговічності, створення зручних високопродуктивних апаратів які можуть використовуватися в поточних лініях.

Для того щоб технічно переоснастити підприємство потрібен грамотний та кваліфікований персонал що обслуговуватиме техніку.

На сьогодні практично всі роботи в громадському харчуванні виконуються вручну, тож постійно ведуться розробки нової техніки зробити процес механізованим. Пончиковий апарат значно полегшив процес виготовлення пончика. Зменшив час на формування заготовки, прискорив період обсмаження. Пончикові апарати рекомендують встановлювати на великі підприємства громадського харчування так як вони значно збільшують продуктивність.

Якщо провадити лінію то це дасть можливість раціонально використати виробничу площу, зменшить ручну працю, підвищить загальний рівень конкурентноспроможності підприємства а також дасть створити механізований багатопрофільний апарат.

### 3.Будова та принцип дії агрегату, що розробляється

Суміщені процеси подачі, випікання та формування дозволяють значно скоротити схему, площі виробництва, а за рахунок ряду операцій дозволяють зменшити час виробництва та витрати на експлуатаціях обладнання і як правило собівартість продукції.

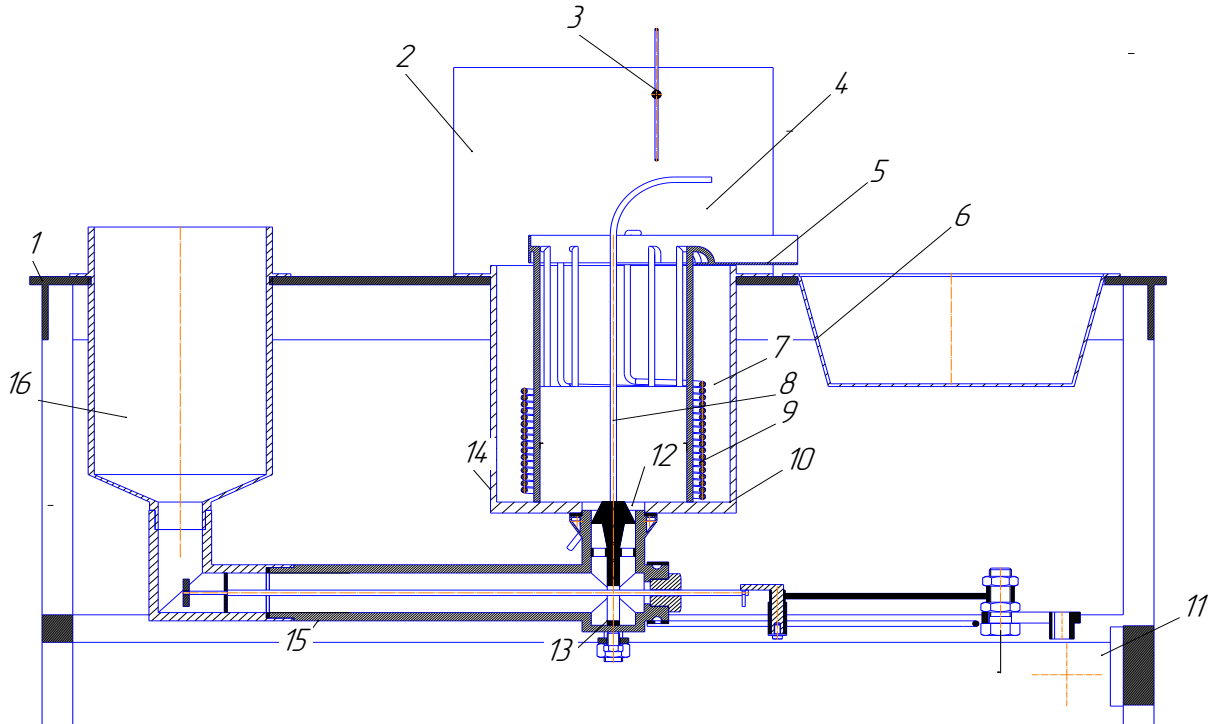


Рис.3.1.Пончиковий апарат

Вертикально-повздовжній розріз чітко пояснює функціонування пончикового апарату. На розрізі представлені: фритюрна ванна 14, що має вертикальну форму, бункер для тіста 16 та ємність що приймає тісто 6, розмістили в отворах стільниці 1. На даному розрізі блок управління не показано.

Фритюрна ванна 14 яка повністю покрита теплоізоляцією 10 та зверху закрита кришкою 2. На блоці управління закріплений ТЕН 9 який опустили всередину фритюрної ванни.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Десик М.Г.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Западня О.Р.	Назва, додаткова назва <b>Будова та принцип дії агрегату, що розробляється</b>	<b>20-1997.ДП.08.003.ПЗ</b>			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/2

Також на дні ванни встановлено дозатор 13 з внутрішніми каналами для протоки охолоджуючої води. Дозатор поєднано з приводом 11, а робочий циліндр 15 дозатора через поліпропіленовий перехідник пов'язаний з бункером для тіста. Обертає викидач пончиків 3 привід який встановлено всередині корпусу блоку управління.

Апарат працює наступним чином. Оператор задає автоматичний технологічний режим який забезпечує блок управління. По команді від блоку Дозатор 13 утворює тістові заготовки 12 на дні фритюрної ванни, ця заготовка відразу нанизана на центральну направляючу 8. Заготовка спливає у фритюрі 7 вздовж направляючої, але її утримують попередні заготовки. Пончики які вже приготувалися лежать вище рівня фритюру за рахунок витіснення їх нижніми заготовками. Таким чином остальні пончики повністю занурені у фритюр та обсмажуються з усіх боків і самі себе транспортують вздовж направляючої та йдуть до містя вивантаження. Верхні готові пончики 4 переміщуються викидачем 3 на похилу поверхню 5 та скочуються через отвір в кришці фритюрної ванни в ємність для готових пончиків 6. І так по колу.

## 4. Підбір конструкційних матеріалів

Основні фактори якими зумовлений вибір подальших матеріалів що застосовуються в харчовому виробництві під час конструювання техніки:

- Висока надійність та довговічність;
- Матеріали які допустимі до контакту з харчовими продуктами;
- Економічно зберігаючі застосування;

Основними вузлами пончикового апарату є цільнозварені сталеві конструкції.

В пончикових апаратах використовують нержавіючу сталь для робочих органів-поршня та металевий корпус.

Основними вимогами до пончикового апарату є: добре зварювальні матеріали та стійкість до корозії.

Бачок для тіста та фритюр кожного для підлягає обробці агресивними середовищами, тому для виготовлення вибирають сталь аустенітного класу 12X18H10T, що є найбільш поширеним матеріалом для виготовлення деталей машин харчової промисловості.

На всі інші деталі (поршень та труби) можна брати інструментальна сталь 12X13, ця сталь може без проблем контактувати з тістом та має велику твердість та стійкість до корозії.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Підбір конструкційних</i> <i>матеріалів</i>	<b>20-1997.ДП.08.004.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

На деталі, що не контактують з тістом беруть дешеві сталі такі як Ст.5.

Всі використовувані матеріали та їх ДСТУ і ТУ наведені в таблиці 4.1

Марка та найменування матеріалу	Найменування деталі	ДСТУ, ТУ
Ст.5	Станина	ДСТУ 380-94
12X18Н10Т	Корпус пончикового апарату	ДСТУ 5582-75
12X13	Труби, поршень, дозатор.	ДСТУ 8559-75

*Таблиця 4.1*

## 5. Розрахункова частина

### 5.1 Розрахунок продуктивності пончикового апарату

1. Час, що витрачається на випікання одного пончика.

$$t = \frac{n}{60};$$

де, n – кількість штук.

$$t = \frac{240}{60} = 4 \frac{\text{шт}}{\text{хв}};$$

Звідси:

$$t = \frac{60}{4} = 15 \text{ с};$$

2. Знаходимо об'єм бункера для тіста.

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^2}{4} * l;$$

Де, L – висота ємності;

D – діаметр ємності;

Приймаємо;

D – 300 мм;

L – 450 мм.

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi 300^2}{4} * 450 = 0.032 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

3. Знаходимо масу тіста в ємності.

$$m_{\text{тіста}} = \rho \cdot V_{\text{ц}};$$

Де,  $\rho$  – густина тіста;

Густина тіста – 1200 кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{ц}}$  - об'єм циліндра.

$$m_{\text{тіста}} = 1200 \cdot 0.032 = 38.4 \text{ кг};$$

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Десик М.Г.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Западня О.Р.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	20-1997.ДП.08.005.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/10

#### 4. Подуктивність апарата з тістом

$$P_{\text{год}} = n \cdot m_{\text{п}};$$

де,  $n$ - кількість штук;

$m_{\text{п}}$  - маса одного пончика;

Приймаємо масу одного пончика 0.035 кг.

$$P_{\text{год}} = 240 \cdot 0.035 = 8.4 \text{ кг/год};$$

#### 5.2 Розрахунок тена фритюра

##### 1. Активна довжина тена;

$$L_a = P_1 / (p \cdot D \cdot W), \text{ м};$$

де,  $D$  - зовнішній діаметр трубки тена (приймається в межах  $(5...15) \cdot 10^{-3}$

$W$  - питома поверхнева потужність, Вт/м<sup>2</sup>. В залежності від середовища, характеру нагріву і матеріалу трубки тена;

$P_1$  – потужність тена, Вт.

$$L_a = \frac{1600}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^6} = 0.650 \text{ м};$$

2. Повна довжина тена після опресування з урахуванням пасивних кінців.

$$L = L_a + 2 \cdot L_n, \text{ м};$$

де,  $L_n$  - довжина пасивного кінця тена, м, ( $L_n \approx 0,05$  м, для тенів фритюрниць  $L_n$  до 0,25 м).

$$L = 0.650 + 2 \cdot 0.05 = 0,610 \text{ м};$$

3. Електричний опір спіралі тена.

$$R_l = U^2 / P_l, \text{ Ом};$$

де,  $U$  - напруга електричної мережі, В.

$$R_1 = \frac{220}{1600} = 0,14 \text{ Ом};$$

4. Довжина дроту спіралі.

$$l = (p \cdot d^2 \cdot R_1) / (4 \cdot r), \text{ м};$$

де,  $d$  - діаметр дроту спіралі, м, (приймається в межах  $(0,4...1,2) \cdot 10^{-3}$

$r$  - питомий опір матеріалу спіралі, Ом·м (для ніхрома в інтервалі температур  $500...850^\circ\text{C}$   $r = (1,15...1,18) \cdot 10^{-6}$  Ом·м).

$$l = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,23}{4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6}} = 2,3 \text{ м}$$

5. Зовнішній діаметр витку спіралі.

$$d_{cn.} = (D - 2 \cdot d_{cm.} - 2 \cdot d_{из.}) \cdot 0,1, \text{ м};$$

де  $d_{cm.}$  - товщина стінки трубки тена, м (приймається в межах  $(0,5...2) \cdot 10^{-3}$

3

$d_{из.}$  - товщина шару перелаза, (не менше  $2 \cdot 10^{-3}$

$$d_{cn.} = (12 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,1 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

6. Діаметр стержня для намотування спіралі.

$$d_{cm.} = d_{cn.} / 1,07 - d, \text{ м.}$$

$$d_{cm.} = \frac{0,6}{1,07} - 0,5 \cdot 10^{-3} = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

7. Довжина витка спіралі.

$$l_{\epsilon} = 1,07 \cdot p \cdot (d_{cm.} + d), \text{ м.}$$

$$l_{\text{в}} = 1,07 \cdot (5,1 \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3}) = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

8. Кількість витків спіралі.

$$n = l / l_{\epsilon}, \text{ шт.}$$

$$n = \frac{2,3}{5,9 \cdot 10^{-3}} = 50 \text{ шт.}$$

9. Крок намотування витків спіралі.

$$h = L_a / n, \text{ м.}$$

$$h = \frac{0,65}{380} = 0,0017 \text{ м}$$

10. Коефіцієнт густини намотування.

$$K = h / d.$$

$$K = (1,7 \cdot 10^{-3}) / (0,5 \cdot 10^{-3}) = 3,4;$$

11. Відстань між сусідніми витками.

$$a = d \cdot (K - 1), \text{ м.}$$

$$a = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot (3,4 - 1) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

12. Внутрішній діаметр трубки тена.

$$D_{\epsilon} = D - 2 \cdot d_{cm.}, \text{ м.}$$

$$D_{\text{в}} = 12 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 5,1 \cdot 10^{-3} = 1,8 \cdot 10^{-3};$$

### 5.3 Розрахунки апарату на міцність

Визначення товщини стінки труби

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

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

Допустиме напруження матеріалу 12X18Н10Т стінки апарату  $\sigma_p$ ,

$[\sigma] = 510 \cdot 10^6$  Па

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

Знаходимо допустиме напруження матеріалу стінки на розтяг:

$\sigma = [\sigma] / n$ ,

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

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

Розраховуємо товщину стінки апарату  $\delta_1$ , м:

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

Приймаємо товщину стінки труби за стандартом більшу за

розрахункову  $\delta_1 = 0,003$  м.

### 5.4 Розрахунок підшипників

Підбирають радіально-шарикові за наступними даними: радіальне навантаження на підшипник  $F_r = 1963,6 \text{ Н}$ ; осьове навантаження що прикладене до валу і сприймається підшипником  $F_{ab} = 3512 \text{ Н}$ ; частота обертання валу  $n = 4 \text{ об/хв}$ ; посадочний діаметр валу під підшипник  $d = 30 \text{ мм}$ ; коефіцієнт обертання кільця  $V = 1$ ; коефіцієнт безпеки  $K_6 = 1,2$ ; температурний коефіцієнт  $K_T = 1,05$ ; необхідна довговічність  $L_h \geq 25000 \text{ год}$ .

1. Попередньо приймаємо підшипник середньої серії 7306 за ГОСТ 333-79, у якого динамічна вантажопід'ємність  $C = 40000 \text{ Н}$ ; статична вантажопід'ємність  $C_0 = 29900 \text{ Н}$ ; кут контакту  $\alpha = 14^\circ$

2. Осьова складова радіальних навантажень для підшипника  $F_s = 0,83 \cdot e \cdot F_r = 0,83 \cdot 0,37 \cdot 1963,6 = 603,02 \text{ Н}$

$$\text{де } e = 1,5 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 1,5 \cdot \operatorname{tg} 14^\circ = 0,37$$

3. Розрахункове осьове навантаження  $F_a = F_s + F_{ab} = 603,02 + 3512 = 4115,02 \text{ Н}$

4. Вираховуємо співвідношення:

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{4115,02}{1 \cdot 1963,6} = 2,09 > e = 0,37;$$

Приймаємо коефіцієнти радіальної і осьової навантажень:  $X = 0,4$  і  $Y = 0,4 \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 0,4 \cdot \operatorname{ctg} 14^\circ = 1,62$ .

5. Еквівалентне динамічне навантаження на підшипник  $P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_\sigma K_T = (0,4 \cdot 1963,6 + 1,62 \cdot 4115,02) \cdot 1,2 \cdot 1,05 = 9389,2 \text{ Н}$ ;

6. За табл.  $\frac{C}{P} = 3,42$ , відповідно потрібна динамічна вантажопід'ємність  $C = 3,42 \cdot P = 3,42 \cdot 9389,2 = 32111,1 \text{ Н}$ . Вибраний мною підшипник середньої серії 7306 з динамічною вантажопід'ємністю  $C = 40000 \text{ Н}$  що більше за розраховану. Отже даний вибір підшипника є вірним.

## 5.5. Підбір мотор-редуктора та кінематичний розрахунок приводу машини

Вихідні дані:

Потужність на валу редуктора  $N=0.37$  кВт;

Частота валу редуктора –  $n_{\text{вих}} = 4$  об/хв.;

Термін служби – 4 років;

Число робочих змін за добу – 2.

1. Крутний момент на вихідному валу :

$$T_{\text{вих}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_{\text{вих}}} \quad \text{де } \omega_{\text{вих}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{вих}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 4}{30} = 0,418 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\text{Тоді: } T_{\text{вих}} = \frac{340}{0,418} = 813,39 \text{ Нм.}$$

2. Потужність двигуна розраховуємо за формулою :

$$N_{\text{двигуна}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\eta_{\text{ред}}} = \frac{340}{0,8} = 425 \text{ Вт};$$

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

Підбираємо мотор-редуктор за наступними характеристиками:

$T_1=546$ Нм;  $n=4$ об/хв.  $N_{\text{двигуна}}=0.37$  кВт.

Приймаємо мотор-редуктор SEWEURODRIVE R77DRE112M4/AL, у якого  $T_1=660$ Нм;  $n=4$  об/хв.  $N_{\text{двигуна}}=0.37$ кВт. SEW=1,25,  $m=5$  кг.;  $i=33,47$ .

9. Знаходимо загальне передаточне число привода:

$$i_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{двигуна}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{340}{4} = 85;$$

12. Визначаємо кутові швидкості на окремих валах машини.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 340}{30} = 35,5 (\text{рад/с}) \quad \omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{\text{ред}}} = \frac{35,5}{85} = 0,41 (\text{рад/с})$$

14. Визначаємо загальну кількість часів роботи приводу.

$$\sum t = 8 \cdot c \cdot 365 \cdot L \cdot K_{\text{річ}} \cdot K_{\text{доб}};$$

де,  $c=8$ -кількість годин у зміні.

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

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

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

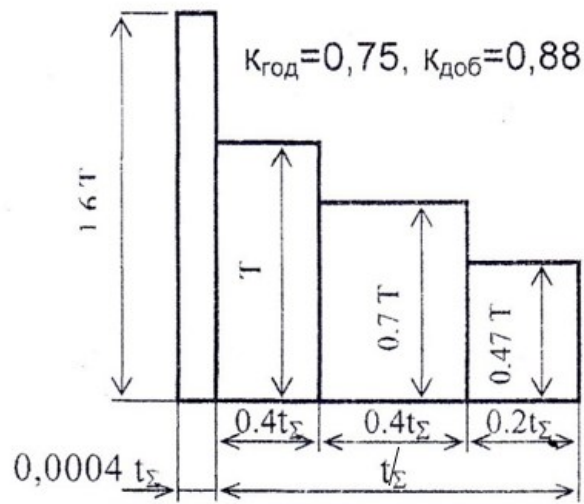


Рис.5.4.1 Графік навантаження приводу машини.

## 5.6. Вибір та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань

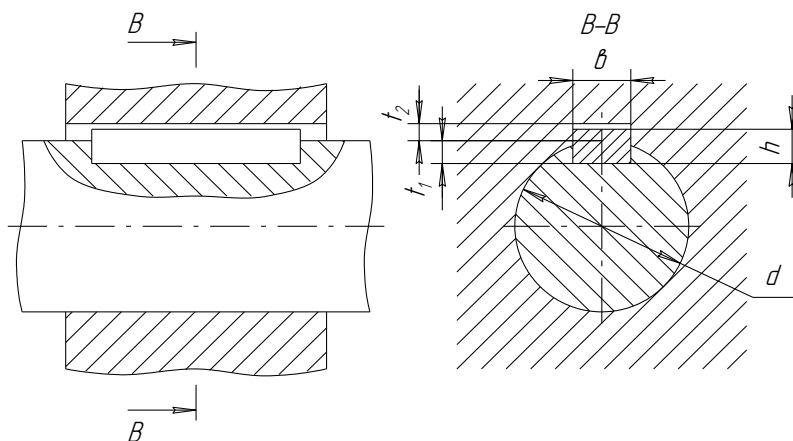


Рис. 5.5.1 Ескіз шпонкових з'єднань

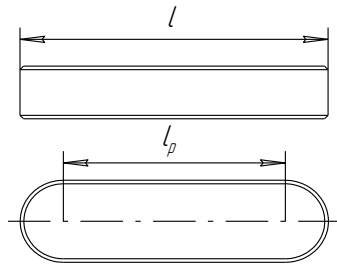


Рис. 5.5.2 Ескіз призматичної шпонки

Для вала діаметром 30мм, геометричні розміри шпонки:

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

$$l \geq \frac{2 \cdot 386000}{30 \cdot 18 \cdot 100} = 7,15 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань приймаємо  $l = 30$ мм.

Перевіримо шпонку за умовою міцності на зминання:

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

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

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

### 5.7. Тепловий розрахунок

Визначаємо загальний коефіцієнт теплопередачі  $K_0$ .

$$K_0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

де  $\delta$  – товщина стінки, яка дорівнює 0,0025 м.

Матеріал приймаємо нержавіючу сталь, теплопровідність якої 17,5 Вт/(м·К).

$$K_0 = \frac{1}{\frac{1}{1841,5354} + \frac{0,0025}{17,5} + \frac{1}{7654,5}} = 1224,48 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)};$$

Коефіцієнт використання поверхні нагріву  $\varphi=0,7$ .

$$K = K_0 \cdot \varphi = 1224,48 \cdot 0,7 = 857,139 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)};$$

## 6. Монтаж, обслуговування, ремонт, діагностика та експлуатація машини

### 6.1 Загальні положення

6.1.1 Надійну та довговічну роботу апарату забезпечує суворе дотримання правил експлуатації, повне, якісне та своєчасне проведення технічного обслуговування і ремонтно-профілактичні роботи які передбачаються посібником з експлуатації.

6.1.2 До роботи по монтажу та наладці допускаються тільки особи які вивчили апарат та пройшли всі інструктажі по техніці безпеки.

6.1.3 Наладчики організації-виготовлювача повинні провести пусконаладжувальні роботи щоб забезпечити більш якісну підготовку пристрою.

6.1.4 Для пусконаладжувальних робіт треба укласти договір з виготовлювачем для виклику наладчиків.

6.1.5 Потрібно змонтувати та підключити до джерел постачання ще до моменту прибуття наладчиків.

6.1.6 Є певні гарантійні терміни експлуатації запчастин, які призначені для пусконаладжувальних робіт.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Монтаж, обслуговування, ремонт, діагностика та експлуатація машини</b>	<b>20-1997.ДП.08.006.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/5</b>	

## 6.2 Розміщення та монтаж

6.2.1 Пристрій встановлюється тільки на підлогу.

Пристрій може бути вмонтовано тільки на місці, що відповідає санітарно-технічним вимогам. Навколо пристрою має бути вільний простір для нормального обслуговування. Установка під'ємно-транспортуючого устаткування для демонтажних робіт при ремонті машини має бути забезпечена висотою помешкання для встановлення та монтажу де встановлені пристрої.

6.2.2 Щоб забезпечити цілісність упаковки, пристрій до місця монтажу має транспортуватися в упакованому виді автотранспортом або іншими транспортними засобами.

6.2.3 Розпаковувати ящик потрібно у безпосередній близькості від місця його установки та перевіривши вміст ящиків по товаро-супроводжувальних елементах. На той час поки пристрій не буде доставлено на місце монтажу основу ящика потрібно лишати під пристроєм.

6.2.4 На підготовлене місце в проектне положення встановлюється пристрій.

6.2.5 Пристрій потрібно розконсервувати та від'єднати складальні вузли та деталі.

6.2.6 Монтаж від'єднаних на час транспортування складальних одиниць та деталей розпочинати лише після того як буде відрегульовано положення пристрою.

6.2.7 Встановлюємо шафу електроустаткування яка підвішується на спеціальну раму. Через трубу проводимо електропроводку від шафи до розподільної коробки. Відповідно до електричної схеми проводимо підключення. Пристрій та шафа електроустаткування заземляється.

6.2.8 В літку в сухий час пристрій перед включенням витримуємо в приміщенні цеху не менше доби, та не менше трьох діб для просушування ізоляції обмотки електродвигуна та всієї електричної апаратури – в сиру

погоду та в зимку. Шляхом короткочасного вмикання електродвигуна перевіряємо правильність його підключення.

6.2.9 В налагоджувальному режимі включаємо пристрій, лише переконавшись в його цілісності. Працювати пристрій повинен плавно без ривків та заїдань. В робочому режимі прокручуємо пристрій.

6.2.10 Перевірку захисного заземлення перевіряємо та оформляємо відповідним документом.

6.2.11 Готовність об'єкта до проведення пусконаладжувальних робіт оформляємо актом завершення монтажу.

### **6.3 Експлуатація пончикового апарату**

За правилами технічної експлуатації апарату маємо забезпечити зовнішні умови його роботи, тобто: вологість та чистота повітря, чистота та відповідність приміщення та інше.

Основні правила експлуатації апарату:

- Забезпечуємо належність стану робочого місця;
- Правильне та своєчасне змащування апарату та тримання обладнання в чистоті;
- Дотримуємось допустимих режимів роботи механізмів – це силові навантаження, теплові, швидкісні та інші;
- Дотримуємось виконання правил управління машиною, тобто пуск, експлуатація та зупинка.
- Виконувати заходи, що обумовлені системою планового технічного обслуговування та ремонту обладнання.

Відділ головного механіка повинен виконувати нагляд за технічним станом обладнання на підприємстві та контролювати не лише умови експлуатації а й готувати технічну документацію та пропозиції що до покращення стану обладнання. Зупиняти машини та агрегати при не

задовільному їх стані чи порушенні графіків планового запобіжного ремонту має право лише інспекторська служба цього відділу.

Оператор що працює на апараті, повинен знати взаємодію основних механізмів машин та їх конструкцію, повинен вміти виконувати дрібний ремонт, їх регулювання та підтримання в належному стані робочого місця. Технічний стан апарату в основному залежить від знання оператора та виконання правил експлуатації обладнання. Важливе значення для збереження працездатності апарату має догляд за ним. Значно збільшити термін служби апарату до чергового ремонту можна лише при належному догляді. Перед тим як почати роботу робітник зобов'язаний перевірити робочий стан апарату, оглянувши його, всі місця змащування та наявність в них мастила. Обов'язково доповісти майстру про виявлені несправності чи будь які пошкодження апарату. За картою, що вказує змащення даного агрегату та маслом вказаним в інструкції робітник має виконувати змащення всіх мість під час всієї робочої зміни.

#### **6.4 Ремонт пончикового апарату**

Обов'язково слідкувати за характером роботи апарату під час його роботи, враховувати температуру підшипників. Терміново зупинити машину при появі стороннього шуму працюючого механізму та провести відрегулювання. Замінити пошкоджену деталь при дрібних пошкодженнях які не потребують простою. Технічне обслуговування та ремонт апарату полягає у комплексі операцій по підтримці працездатності та справності обладнання при його експлуатації за призначенням, транспортуванні та зберіганні. Відповідно до інструкції по експлуатації розробленої заводом – виробником виконується технічне обслуговування обладнання під час його використання за призначенням. Технічний огляд, ремонт апарату в разі виявлення несправності входять в комплекс робіт по ремонту та технічному обслуговуванню апарату. Інструкція технічного догляду за агрегатом має бути на кожному робочому місці. Оператори та інші робітники які працюють на

апараті виконують технічний догляд за ним. Бригадою ремонтників, що складається з чергових слюсарів, електриків, мастильників та інших, виконується технічний нагляд апаратів. Технічний нагляд включає в себе роботи без виконання яких не можлива нормальна експлуатація обладнання між плановими ремонтами. Тобто: підтягування різьбових з'єднань та регулювання окремих механізмів.

Такі роботи в більшості виконуються за потребою відповідно до інструкцій по експлуатації. Щоб зменшити кількість поза планових ремонтних робіт потрібно підвищувати якість обслуговування та вести постійний контроль за його експлуатацією

## РОЗДІЛ 7. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.

### 7.1 Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалу.

Однією за головних деталей конструкційного вузла є «Болт» який призначений для направлення штока. Деталь включає три різні технологічні операції для її виготовлення, на ній зупинився вибір, тому, що вона конструктивно досконала і її ресурс і термін експлуатації довготривалі.

Особливими вимогами до вибору та призначення матеріалу є агресивний вплив навколишнього середовища, безпосередня взаємодія з технологічними та харчовими середовищами, та довготривала безперервна робота.

Для виготовлення даної деталі найкраще підходить легована сталь, а саме сталь 12Х18Н9ТЛ ГОСТ 977-88, так як виходячи з аналізу характеристик середовища, в якому працює болт, та усіх факторів які впливають на нього, враховуючи властивості тих чи інших матеріалів.

Заготовкою для даної деталі може служити прокат сталевий круг 70 ГОСТ 2590-88, тому виготовляється деталь «Болт» із матеріалу Сталь 12Х18Н9ТЛ. Її габаритні розміри - Ø70x50 мм. Виготовляється заготовка для деталі «Болт» методами гарячої прокатки і ковки. Етапи технологічного процесу виготовлення поковок: нагрів металу, виконання ковальських операцій, первинної термічної обробки поковки(відпал, нормалізація).

### 7.2 Перевірка вибраного болта, машини, пристрою на відповідність умовам взаємозамінності, надійності та довговічності.

Перевірка деталі на жорсткість:

$$\frac{L}{D_{сер}} \leq 10,$$

де L - загальна довжина деталі, мм;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Десик М.Г.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Западня О.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологія</b> <b>машинобудування</b>	<b>20-1997.ДП.08.007.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/21</b>	

$D_{\text{сер}}$  - середній діаметр деталі, мм

$$D_{\text{сер}} = \frac{d_1 \times l_1 + d_2 \times l_2}{L} = \frac{70 \times 20 + 50 \times 30}{50} = 58 \text{ мм}$$

$$\frac{L}{D_{\text{сер}}} = \frac{50}{58} = 0.86 \leq 10$$

Після проведення якісного та кількісного аналізів технологічності конструкції деталі, робимо висновки за якими доведено, що деталь «Вал» є технологічною. Під час обробки її можна затискати як в патроні так і в центрах тому, що вона міцна та жорстка.

Через конструкцію деталі допускається обробка стандартним різальним інструментом на універсальних верстатах.

Всі заготовки, що підлягають механічній обробці виготовляються з припуском на розміри готової деталі. Шар металу, що видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей поверхні, що обробляється, тобто розміри, шорсткість та форма називається припуск.

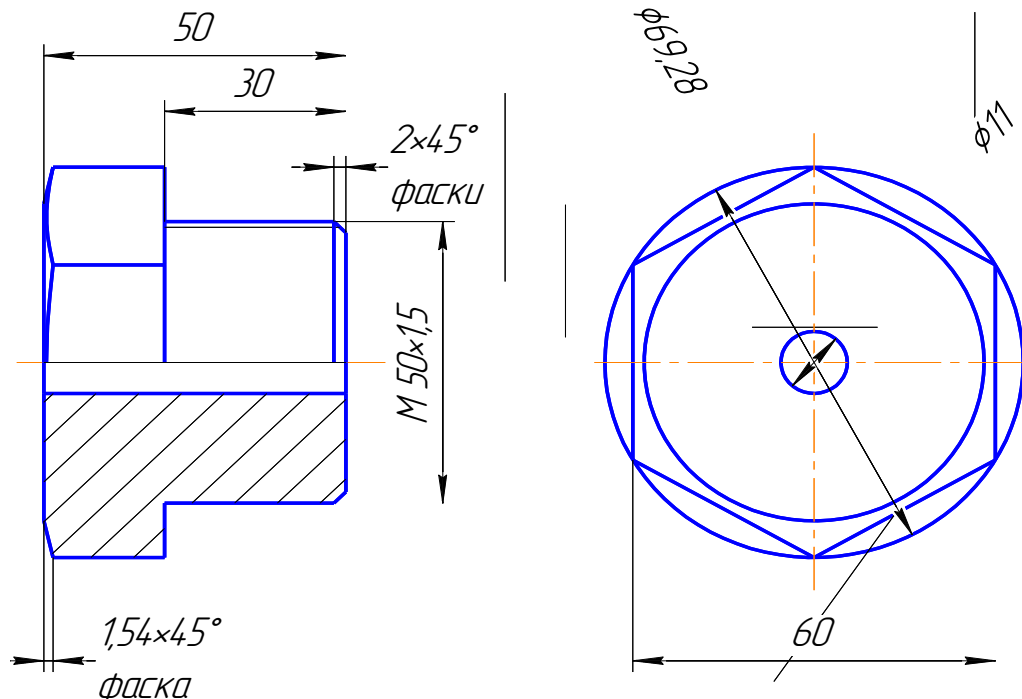
Щоб забезпечити економію матеріалів та трудових ресурсів, знизити собівартість виробів, підвищити якість продукції, що випускається та прискорити подальший розвиток машинобудівної галузі, потрібно правильне призначення між операційних припусків на обробку заготовки. Необхідно скласти схему обробки поверхонь деталі за рекомендаціями та визначити між операційні припуски перед розробкою повного технологічного процесу механічної обробки деталі.

### **7.3 Розроблення робочого креслення вибраного болта.**

Всі необхідні розміри, що пов'язані з квалітетами точності та відповідними параметрами шорсткості відповідної поверхні проставлені на кресленні деталі. Завдяки розташуванню поверхонь, величини її розмірів, параметру шорсткості і квалітет точності деталей можна обробляти на універсальному обладнанні. Контролювати параметри поверхонь при механічній обробці деталі можна не знімаючи деталь з верстату.

Для утворення чистових технологічних баз – центрувальних отворів, вводиться додатково технологічна операція. Узгоджені з конструкторськими та технологічними базами проставлені розміри дають можливість використовувати стандартний вимірювальний інструмент.

Можливість застосовувати стандартне технологічне обладнання та різальний інструмент допомагає взаємне розташування поверхонь. Можливість отримати заготовку з мінімальними величинами припусків дає конфігурація деталі та матеріал з якого вона виготовляється.



Ескіз №1

#### 7.4 Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення «Болта»

Деталь «Болт» відноситься до класу - тіла обертання. Деталь виготовляється із матеріалу Сталь 12Х18Н9ТЛ, габаритними розмірами  $\varnothing 70 \times 52$  мм. Деталь «Болт» являє собою сукупність зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь. Зовнішня різьба М50х1.5. передбачена конструкцією деталі. Для покращення механічної обробки та складальних робіт являються фаски  $2 \times 45^\circ$  мм технологічних поверхонь. За своїм призначенням деталь служить для направлення штока в трубі.

Щоб забезпечити надійність установлення та точність виготовлення при розробленні маршруту вибирають методи обробки кріплення та базування заготовок.

При базуванні на необробленій поверхні потрібно керуватися такими міркуваннями:

- Для стійкого положення при обробленні поверхня повинна мати просту форму і достатні розміри;
- Елементи кріплення не повинні деформувати заготовку;
- Чорновими базами бажано вибирати поверхні, які в подальшому не обробляються.

Основою для послідовності обробки поверхонь, встановлення методів кінцевої обробки, а також аналіз технічних вимог, шорсткості та показників шорсткості являється результат проведеного аналізу.

Деталь «Вал» виготовляється із матеріалу Сталь 12Х18Н9ТЛ.

Ця сталь досить легко піддається обробці, витримує підвищені температури, та має помірну вартість. Деталі з легованої сталі характеризуються незначною чутливістю до впливу зовнішніх концентраторів, та напружень при циклічних навантаженнях.

#### **Хімічний склад Сталь 12Х18Н9ТЛ**

Склад елементів в %								
Вуглець С	Кремній Si	Марганець Mg	Сірка S	Фосфор P	Мідь Cu	Нікель Ni	Хром Cr	Азот N
0,12	0,1-0,2	1-2	0,03	0,035	0,3	0,8-0,11	17-20	0,08

З урахуванням типу виробництва, матеріалу деталі та аналізу на технологічність розроблений технологічний маршрут повинен бути оптимальний за техніко-економічними показниками. Додається пояснювальна записка у вигляді таблиці.

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, оснащення, різальний і вимірювальний інструмент
10	<b>Заготівельна Установити, закріпити, зняти (УЗЗ)</b>	<b>Круг Ø60, Сталь 12Х18Н9ТЛ, відрізний верстат</b>
10.1	Відрізати заготовку завдовжки L=52 мм	Відрізати заготовку завдовжки L=52 мм
20	<b>Токарна УЗЗ</b>	<b>Токарно-гвинторізний верстат, трикулачковий патрон</b>
20.1	Торцювати пов. 1, t=1мм	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, φ=90°, γ=12°, α=8°; ВхНхL=16х25х140, ШЦ1
30.0	<b>Токарна УЗЗ</b>	<b>Токарно-гвинторізний верстат, трикулачковий патрон</b>
30.1	Торцювати пов.4, t=1мм	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, φ=90°, γ=12°, α=8°; ВхНхL=16х25х140, ШЦ1
30.2	Точити пов.5 на l=30 мм, Ø50 начорно	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, φ=90°, γ=12°, α=8°; ВхНхL=16х25х140, ШЦ1
30.3	Нарізати різьбу М50х1,5	Різець різьбовий Т15К6.
30.4	Зняти фаску 2×45° на пов.6	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, φ=90°, γ=12°, α=8°; ВхНхL=16х25х140, ШЦ1
30.5	Свердлити отвір під Ø11 пов. 7 на всю довжину 50мм.	Свердло Ø11, Р6М5
40.0	<b>Фрезерна УЗЗ</b>	<b>Вертикально-фрезерний верстат трикулачковий патрон</b>
40.1	Фрезерувати шість лисок на	Кінцева фреза Ø45 Р6М5, ШЦ1-1

	пов.2	
50.0	Слюсарна	Зняти задирки і притупити кромки.
60.0	Контрольна	Стіл контролера

### Визначення поопераційних режимів різання і норм часу.

#### Операція №005, фрезерно-центрувальна

**Верстат:** Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М

**Вхідні данні:**

Заготовка – круглий прокат.

**Зміст операції №005**

1. Установити та закріпити заготовку в пристосуванні.
2. Фрезерувати два торці з двох сторін одночасно.

**Пристосування:** лещата із самоцентрувальними губками призматичної форми та пневмоприводом.

**Ріжучий інструмент:** Торцеві фрези 2 шт. Ø90; Z=12 матеріал ріжучої частини Т5К10, стійкість 180 хв.

Центрувальне свердло 2 шт. Ø4 матеріал ріжучої частини Р6М5, стійкість Т=45 хв.

**Вимірювальний інструмент:**

1. Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,1 ГОСТ 166-89
2. Шаблон центрувального отвору типу А.

**Розрахунок режимів різання для фрезерування торців:**

1. Знаходимо глибину різання:

$$t_1 = Z_1 = 1 \text{ мм}; t_2 = Z_2 = 1 \text{ мм}$$

Де  $Z_1$  – припуск на обробку торця пов. 1

$Z_2$  – припуск на обробку торця пов. 4

2. Подача на зуб  $S_z = 0,18$  мм

Подача на один оберт фрези

$$S_{об.ф} = S_z \cdot z = 0,18 \cdot 12 = 2,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Де  $z$  – число зубів фрези.

3. Швидкість різання при фрезеруванні торців визначається за формулою:

$$V_p = \frac{C_v D_\phi^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{49,6 \cdot 90^{0,2}}{180^{0,14} \cdot 2^{0,2} \cdot 0,18^{0,4} \cdot 128^{0,1}} \cdot 0,7$$

$$= 43,9 \text{ м/хв}$$

Де коефіцієнти  $C_v = 49,6$ ;  $m = 0,14$ ;  $x = 0,2$ ;  $y = 0,3$ ;  $q = 0,1$ ;  $u = 0,2$ .

$T=180$  середнє значення періоду стійкості фрези.

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,7$$

Де  $K_{MV}$  - коефіцієнт який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{450}\right)^{0,9} = 1,2$$

Де  $K_r$  – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $K_r = 1$

$n_v$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $n_v = 0,9$

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

$K_{UV}$  – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання,  $K_{UV} = 0,65$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання фрези

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 43,9}{3,14 \cdot 90} = 155,2 \text{ хв}^{-1}$$

Де  $D_{\phi}$  - діаметр фрези, мм.

6. За паспортом верстата  $n_B = 125 \text{ хв}^{-1}$

7. За прийнятими значеннями визначаємо фактичну швидкість різання :

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 125}{1000} = 35,3 \text{ м/хв}$$

8. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{S_{\text{об.ф}} \cdot n_B} = \frac{52}{2,16 \cdot 125} = 0,2 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 = 50 + 2 + 45 = 97 \text{ мм}$$

Де  $l_0$  – шлях різання, який дорівнює найбільшому діаметру кінцевої шийки вала,  $l_0 = 50 \text{ мм}$ ;

$l_1$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка оброблюється,  $l_1 = 2 \text{ мм}$ ;

$l_2$  – шлях врізання дорівнює половині діаметра торцевої фрези  $l_2 = 45 \text{ мм}$

$l_3$  - шлях різання і перебігу  $l_2 = 0 \text{ мм}$ ;  $l_3 = 0 \text{ мм}$

9. Допоміжний час на виконання першого переходу

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,32 + 0,48 + 0,11 + 0,3 \\ = 1,21 \text{ хв};$$

Де  $t_{\text{вст}} = 0,32 \text{ хв}$  – час на встановлення, затискання і знаття деталі в лещатах з гвинтовим приводом.

$t_{\text{пер}} = 0,48$  хв. - час, пов'язана з переходом з установленням фрези на розмір за лімбом з попереднім проміром

$t_{\text{зм}} = 0,06 + 0,05 = 0,11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента.

$t_{\text{к}} = 0,3$  хв - час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні.

### Розрахунок режимів різання для центрування торців

1. Знаходимо глибину різання

$$t = \frac{D_{\text{ц.св}}}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм}$$

2. За нормативними даними вибираємо подачу залежно від найменшого діаметра отвору та міцностних характеристик заготовки матеріалу. При свердлінні сталевих деталей подачу беремо  $S = 0,04 \dots 0,05$  мм/об

3. Середнє значення періоду стійкості центрувального свердла:  $T=45$ хв.

4. Швидкість різання визначається за формулою

$$V_p = \frac{C_v d_{\text{св}}^q}{T^m \cdot S_B^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 10^{0,2}}{45^{0,2} \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,1 = 46 \text{ м/хв}$$

Де коефіцієнти  $C_v = 7$ ;  $m = 0,2$ ;  $q = 0,2$ ;  $y = 0,7$ .

5. Знаходимо поправочний коефіцієнт

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,1;$$

Де  $K_{MV}$  - коефіцієнт який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{450} \right)^{0,9} = 1,2;$$

Де  $K_r$  – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $K_r = 1$ ;

$n_v$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $n_v = 0,9$

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

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

6. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{св}} = \frac{1000 \cdot 46}{3,14 \cdot 10} = 1464,9 \text{ хв}^{-1}$$

Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_B = 1125 \text{ хв}^{-1}$

Корегуємо швидкість різання, виходячи із прийнятої частоти обертів за паспортом:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D_{ц.св.} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1125}{1000} = 35,3 \text{ м/хв};$$

7. Основний час свердління центральних отворів:

$$t_{02} = \frac{L}{S_B \cdot n_B} = \frac{17}{0,05 \cdot 1125} = 0,3 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3$$

Де  $l_0 = 12,5$  - глибина свердління, мм;

$l_1$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка оброблюється,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2, l_3$  – врізання свердла  $l_2 = 2,5$  мм; при діаметрі  $d = 4$  мм

$$L = 12,5 + 2 + 2,5 = 17 \text{ мм.}$$

8. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} = 0,12 + 0,07 = 0,19 \text{ хв;}$$

Де  $t_{\text{вст}} = 0$  – оскільки деталь затиснута.

$t_{\text{зм}} = 0,06 + 0,02 + 0,04 = 0,12$  хв – час, пов'язаний на установку та зняття інструменту в швидкозмінному патроні, зміни режимів роботи, включення та виключення охолодження

$t_{\text{к}} = 0,07$  хв - час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні.

9. Визначаємо оперативний час по операції свердління двох отворів, одночасно, за формулою:

$$t_{\text{оп2}} = \sum_{i=1}^n t_{02} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп2}} = 0,3 + 0,19 = 0,49 \text{ хв.}$$

10. Визначаємо оперативний час по операції за формулою

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{оп1}} + t_{\text{оп2}} = 1,3 + 0,49 = 1,8 \text{ хв}$$

11. Час на організаційне обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0,036 + 0,025 = 0,061 \text{ хв}$$

Де  $t_{\text{тех}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha}{100}\right) = 1,8 \cdot \left(\frac{2}{100}\right) = 0,036$  хв. – час на технічне обслуговування робочого місця.

$t_{\text{орг}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\beta}{100}\right) = 1,8 \cdot \left(\frac{1,4}{100}\right) = 0,025$  хв- час на організаційне обслуговування робочого місця.

12. Визначаємо час на відпочинок та природні потреби робітника:

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{оп}} \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{о.п.}}}{100} \right) = 1,8 \cdot \left( \frac{4,4}{100} \right) = 0,08 \text{ хв}$$

13. Визначаємо штучний час за формулою:

$$t_{\text{шт}} = \sum_{i=1}^n t_{0i} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 1,8 + 0,061 + 0,08 = 1,94 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n} = 1,94 + \frac{12,7}{3} = 6,2 \text{ хв}$$

Де  $t_{\text{п.з}} = 12,7$  хв. – підготовчо-заклучний час згідно довідкових даних

### 1.2.7.2 операція №020 Токарна

**Верстат:** Токарно-гвинторізний верстат 16К20

**Вхідні данні:**

Докладна розробка токарної операції деталі «Болт», матеріал Сталь 12Х18Н9ТЛ

Заготовка – круглий прокат.

**Зміст операції №020**

1. Зняти фаску  $1,5 \times 45^\circ$  пов. 3;

**Пристосування:** Патрон повідковий, центр рухомий.

**Ріжучий інструмент:** Різець токарний правий прохідний упорний;

**Вимірювальний інструмент:** Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

**Призначення режимів різання для точіння фаски пов. 3, дотримуючись розмірів  $1,5 \times 45^\circ$**

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час обточування на попередньому переході  $n_B = 630 \text{ хв}^{-1}$  з тим, щоб не витратити час на

перемикання швидкості. Затрачений основний час на зняття фаски  $t_{06} = 0,18$  хв.

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{допб}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,13 + 0,11 + 0,13 = 0,37 \text{ хв};$$

Де  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – оскільки деталь вже встановлена і затиснута.

$t_{\text{пер}} = 0,13$  хв. - час, пов'язана з переходом з установленням різця по лімбу з точністю  $<0,2$  мм та автоматичному перемішені супорта

$t_{\text{зм}} = 0,11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента.

$t_{\text{к}} = 0,13$  хв - час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні

### ***1.2.7.2 операція №030 Токарна***

**Верстат:** Токарно-гвинторізний верстат 16К20

**Вхідні данні:**

Докладна розробка токарної операції деталі «Болт», матеріал Сталь 12Х18Н9ТЛ

Заготовка – круглий прокат.

**Зміст операції №030**

1. Установити та закріпити заготовку в центрах;
2. Точити начорно пов.5 на  $l = 30$  мм,  $\varnothing 50$  ;
3. Нарізати різьбу М50 пов. 5
4. Зняти фаску  $2 \times 45^\circ$  пов.6
5. Свердлити отвір під  $\varnothing 11,25$  пов. 7

**Пристосування:** Патрон повідковий, центр рухомий.

**Ріжучий інструмент:** Різець токарний правий прохідний упорний; різець токарний правий прохідний; різець токарний відрізний; різець токарний правий підрізний; свердло; мітчик.

**Вимірювальний інструмент:** Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

### Призначення режимів різання для точіння пов. 5 начорно

1. Глибина різання визначається за формулою

$$t = \frac{Z}{2} = \frac{13}{2} = 7,5 \text{ мм}$$

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0,5..0,9). Погодивши з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0,8 \text{ мм/об}$

3. Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{44}{90^{0,24} \cdot 7,5^{0,3} \cdot 0,8^{0,34}} \cdot 0,432 = 3,8 \text{ м/хв}$$

Де коефіцієнти  $C_v = 44$ ;  $m = 0,24$   $x = 0,3$   $y = 0,34$ . Т- середнє значення періоду стійкості різця (можна прийняти межах 60..90 хв для різців зі швидкорізальної сталі і 90..120 хв для різців із твердосплавною різальною пластиною).

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі

$$K_{MV} = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 0,3 = 0,432$$

Де  $K_{MV}$  - коефіцієнт який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{450}\right)^{0,7} = 1,6$$

Де  $K_r$  – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $K_r = 1$

$n_v$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $n_v = 0,7$

$K_{PV}$  – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання,  $K_{PV} = 0.9$

$K_{UV}$  – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання,  $K_{UV} = 0,3$

5.Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 3,8}{3,14 \cdot 70} = 33,4 \text{ хв}^{-1}$$

Де  $D_{\text{заг}}$ - діаметр оброблювальної поверхні, мм.

6.Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше

$$\text{значення } n_B = 31,5 \text{ хв}^{-1}$$

7.За прийнятими значенням визначаємо фактичну швидкість різання :

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 31,5}{1000} = 6,9 \text{ м/хв}$$

8.Основний час переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{S_B \cdot n_B} = \frac{30}{0,8 \cdot 31,5} = 1,2 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3$$

Де  $l_0$  шлях різання,  $l_0 = 30$  мм;

$l_1$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка оброблюється,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2, l_3$  - шлях різання і перебігу  $l_2 = 0$  мм;  $l_3 = 0$  мм

$$L = 30 + 2 + 0 = 32 \text{ мм.}$$

9. Допоміжний час на виконання першого переходу

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,86 + 0,17 + 0,11 + 0,13 = 1,27 \text{ хв};$$

Де  $t_{\text{вст}} = 0,86$  хв – час на встановлення, затискання і зняття деталі в центрах з нерухомим люнетом з центром задньої бабки.

$t_{\text{пер}} = 0,17$  хв. - час, пов'язана з переходом з установленням різця по лімбу з точністю  $<0,2$  мм та автоматичному перемішенні супорта

$t_{\text{зм}} = 0,11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента.

$t_{\text{к}} = 0,13$  хв - час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні.

**Призначення режимів різання для точіння фаски пов. 6, дотримуючись розмірів  $2 \times 45^\circ$**

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час обточування на попередньому переході  $n_B = 31,5 \text{ хв}^{-1}$  з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений основний час на зняття фаски  $t_{06} = 0,18$  хв.

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп6}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,13 + 0,11 + 0,13 = 0,37 \text{ хв};$$

Де  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – оскільки деталь вже встановлена і затиснута.

$t_{\text{пер}} = 0,13$  хв. - час, пов'язана з переходом з установленням різця по лімбу з точністю  $<0,2$  мм та автоматичному перемішенні супорта

$t_{\text{зм}} = 0,11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента.

$t_{\text{к}} = 0,13$  хв - час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні

### Призначення режимів для свердління отвору $\varnothing 11,25$ пов. 7

1. Визначаємо глибину свердління, виходячи з діаметра свердла:

$$t = 50 \text{ мм}$$

2. По нормативним даним вибираємо подачу в залежності від діаметру свердлильного отвору та міцнісних характеристик оброблювального матеріалу. При свердлінні сталевих деталей з  $\sigma_{\text{в}} \leq 800$  МПа подача повинна бути в інтервалі  $S = 0,16 \dots 0,20$  мм/об (табл. Д.6.24). За паспортними даними вертикально-свердлильного верстата приймаємо подачу  $S_{\text{в}} = 0,2$  мм/об, що знаходиться у відповідному інтервалі.

3. Середня стійкість свердла:  $T = 15$  хв.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка визначається в залежності від діаметру свердла і його матеріалу, інтервалу подачі та оброблювального матеріалу по емпіричній формулі:

$$V_p = \frac{7 \cdot d_{\text{св}}^{0,2}}{T^{0,24} \cdot S^{0,7}} \cdot K_V \cdot K_{3V} = \frac{7 \cdot 10,25^{0,2}}{15^{0,24} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,4 \cdot 0,75 = 18,8 \text{ м / хв}$$

де  $T = 15$  хв – середнє значення періоду стійкості свердла (табл. Д.3.6)

5. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,4$$

Де  $K_{MV}$  - коефіцієнт який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{450}\right)^{0,7} = 1,6$$

Де  $K_r$  – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $K_r = 1$   
 $n_v$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $n_v = 0,7$

$K_{PV}$  – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання,  $K_{PV} = 0.9$

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

6.Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{св}} = \frac{1000 \cdot 18,8}{3,14 \cdot 11,25} = 532 \text{ хв}^{-1}$$

Де  $D_{св}$  - діаметр свердла, мм.

7.Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_B = 500 \text{ хв}^{-1}$

8.За прийнятими значенням визначаємо фактичну швидкість різання :

$$V = \frac{\pi \cdot D_{св} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,25 \cdot 500}{1000} = 17,6 \text{ м/хв}$$

9.Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{S_B \cdot n_B} = \frac{50}{0,2 \cdot 500} = 0,5 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь.

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3$$

Де  $l_0$  глибина свердління,  $l_0 = 50 \text{ мм}$ ;

$l_1$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка оброблюється,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2, l_3$  - шлях різання і перебігу  $l_2 + l_3 = 19$  мм

$$L = 30 + 2 + 19 = 51 \text{ мм.}$$

10. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{дон1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,17 + 0,6 + 0,17 = 0,94 \text{ хв,}$$

$t_{\text{вст}} = 0,17$  хв - деталь перевстановлюємо і затискаємо в трикулачковому патроні;

$t_{\text{зм}} = 0,12 + 0,05$  хв – допоміжний час на встановлення свердла, зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{\text{к}} = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

#### **1.2.7.4 операція №040 вертикально-фрезерна**

**Верстат:** Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12

**Вхідні данні:**

Докладна розробка фрезерної операції деталі

Заготовка – після токарної операції.

**Зміст операції №040**

1. Установити та закріпити заготовку в пристосуванні.
2. Фрезерувати 6 лисок пов. 2

**Пристосування:** лещата, упор.

**Ріжучий інструмент:** Фреза кінцева  $\text{Ø}12\text{N}9_{(-0,043)}$ ,  $z=2$  матеріал ріжучої частини P6M5

**Вимірювальний інструмент:**

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

**Призначення режимів різання для фрезерування лисок пов.2**

## 1. Глибина фрезерування

$$t = 2,5 \text{ мм}$$

2. При фрезеруванні сталі циліндричною суцільнометалевою фрезою рекомендуються подачі на зуб фрези 0,09-0,22 мм/зуб

Приймаємо подачу  $s_z = 0,10 \text{ мм/зуб}$ .

3. Призначаємо період стійкості фрези  $T = 80 \text{ хв}$ .

## 4. Швидкість різання при фрезеруванні лиски:

$$V = \frac{12 \cdot D_\phi^{0,3}}{T^{0,26} t^{0,3} S_z^{0,25} B^0 Z^0} K_V = \frac{12 \cdot 25^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 2,5^{0,3} \cdot 0,1^{0,25}} \cdot 1,1 = 2,25 \text{ м/хв}$$

## 5. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,1$$

Де  $K_{MV}$  - коефіцієнт який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left( \frac{750}{450} \right)^{0,9} = 1,2$$

Де  $K_r$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $K_r = 1$

$n_v$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності,  $n_v = 0,9$

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

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

## 6. Визначаємо розрахункову частоту обертання фрези

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 2,25}{3,14 \cdot 25} = 38,6 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n_v = 31,5 \text{ об/хв}$ .

7. Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 31,5}{1000} = 2,1 \text{ м/хв.}$$

8. Знаходимо основний час:

$$t_0 = \frac{L}{S_z \cdot z \cdot n} + \frac{h}{S_{z\text{ВВ}} \cdot z} = \frac{6}{0,1 \cdot 2 \cdot 31,5} + \frac{2,5}{0,1 \cdot 2} = 13,45 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3$$

Де  $l_0$  – шлях різання, мм;  $l_0 = 17,5$  мм

$l_1$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка оброблюється,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2, l_3$  - шлях різання і перебігу  $l_2 = \frac{25}{2} = 12,5$  мм;  $l_3 = 0$  мм

$$L = 17,5 + 2 + 12,5 + 0 = 27 \text{ мм}$$

Оскільки в нас 6 поверхонь, тоді загальний час дорівнюватиме:

$$t = 13,45 \cdot 6 = 80,7 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,47 + 0,13 + 0,11 + 0,18 = 0,89 \text{ хв};$$

Де  $t_{\text{вст}} = 0,47$  хв – допоміжний час встановлення деталі на упор і затискання лещатами.

$t_{\text{пер}} = 0,13$  хв. - час, пов'язана з переходом з установленням фрези на розмір по лімбу при автоматичному переміщенні стола.

$t_{\text{зм}} = 0,11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента.

$t_{\text{к}} = 0,18$  хв - час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні

## 8. Охорона праці

### Вступ

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

### Шкідливі і небезпечні фактори

Під час роботи на апараті АПФ 350/40 можуть виникнути небезпечні та шкідливі для людини фактори:

- Електробезпека;
- Шум;
- Виділення тепла;
- Механічний травматизм;
- Вібрація.

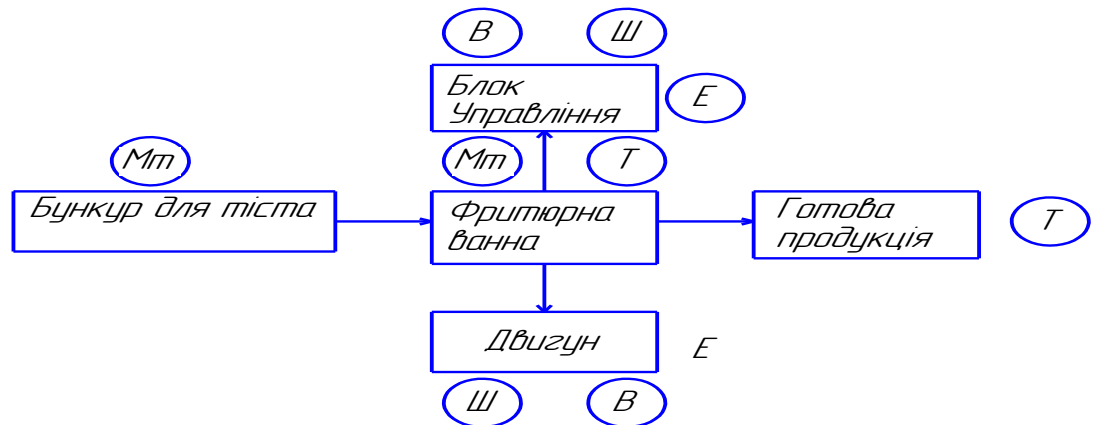


Рис.8.1. Небезпечні чинники на схемі виробництва пончиків

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Десик М.Г.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Западня О.Р.	Назва, додаткова назва <b>Охорона праці</b>	20-1997.ДП.08.008.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/7

Шкідливим і небезпечним чинникам, що є наявними у цеху для зручності присвоїли символи:

- Ш – шум;
- В – вібрація;
- МТ – механічні травми;
- Е – електронебезпека;
- Т – виділення тепла.

### **Повітря робочої зони**

Температура повітря, вологість і швидкість його руху, барометричний тиск і швидкість його зміни, теплові випромінювання, наявність шкідливих речовин, аеронів, пилу, що суттєво впливають на функціональну діяльність людини, здоров'я та самопочуття, є мікрокліматичними параметрами середовища, що характеризують повітря робочої зони. Тому зміна частоти пульсу та дихання, напруженість нервової системи і т.д. виникають при несприятливому поєднанні окремих факторів у людини, що працює в приміщенні.

### **Мікроклімат**

Так як працівники піддаються впливу різного роду факторів, що негативно впливають на їх організм, законодавством передбачені та встановлені норми.

Відносна вологість повітря, %; теплові випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>; температура повітря в приміщенні, С; запиленість, мг/м<sup>3</sup> ; швидкість повітря, м/с; - це все визначені параметри метеорологічних умов виробничих приміщень.

ГОСТ 12.1.005-88. «Загально санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»

Таблиця 8.1.

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення оператора, який обслуговує машину для фасування крохмалю в мішки.

Професія	Період року	Температура, С				Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с		
		допустима						допустима	допустима
		верхня границя		нижня границя					
		на робочому місці							
		постійному	непостійном	постійному	непостійном				
	у		у						
Оператор	холодний	23	24	18	15	70	Не більше 0,2		
	теплый	26	28	20	18	58 (при 27 С)	0,1...0,3		

### Вентиляція

Вентиляцію в приміщенні застосовують для підтримання вологості і швидкості переміщення повітря, ступеню його чистоти у відповідності з санітарними нормами та підтримання необхідної температури. В нашому випадку використовується місцева витяжна вентиляція. Необхідно регулярно контролювати та при необхідності ремонтувати і очищувати повітропроводи робочої системи вентиляції та потрібно враховувати, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Вентиляція повітря цеху повинна відповідати ГОСТ 12.4.021-75 «Системи вентиляційні. Загальні вимоги». За цим ГОСТом в цеху має бути витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Припливна

вентиляційна система призначена для нагнітання свіжого повітря робочої зони, тоді як витяжна вентиляція має служити для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо в зоні їх виділення.

### **Вібрація**

Вібрація буває загальна та локальна. Обладнання цеху створює загальну технологічну вібрацію так як не потребує постійного ручного керування чи безпосереднього контакту з людиною, вібрація передається на підлогу і через підлогу діє на людину. В нашому випадку загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент тобто на підлогу створює БФА.

ГОСТ 12.1012-90.ССТБ.Вібраційна безпека. Загальні вимоги.

1. Застосування обладнання та інструментів з параметрами вібрації, що не перевищують ГОСТ 12.1.012-90.

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

### **Засоби захисту від вібрації**

- Знизити вібрації в джерелі виникнення шляхом усунення та зниження збуджувальних сил;
- Раціональний вибір приведеної маси чи жорсткості системи котра коливається допомагає відлагодженню від резонансних режимів;
- Віброізоляція – це введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку з метою послаблення вібрацій на робочому місці;
- Обов'язкове використання індивідуальних засобів захисту.

### **Освітлення**

Так як даний апарат має не великі розміри то може бути розміщений як у великому так і малому цехах. Для цього потрібно розрахувати необхідне освітлення з люмінесцентними лампами для загального освітлення цеху, що має розміри 8x8x4м.

Будемо використовувати люмінесцентні лампи ЛБ-40 з світловим потоком  $F = 2480$  лк. для освітлення даного приміщення. Для загального

спостереження за ходом виробничого процесу при постійному перебуванні у приміщенні людей мінімальна штучна освітленість, незалежно від контрастності об'єкта та характеристик фону, розрізнення з найменшими розмірами об'єкта, розрізнення з фоном більше 0.5 мм – 75 лк.

Визначаємо індекс приміщення за формулою:  $i = \frac{a \times b}{H_p \times (a+b)}$ ;

де  $a$  – ширина приміщення:  $a=8\text{м}$ ;

$b$  – довжина приміщення:  $b=8\text{м}$ ;

$H_p$  – висота підвішування світильників над робочою поверхнею:  
 $H_p=4\text{м}$ .

$$i=(8 \times 8)/4 \times (8+8)=1$$

Коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta=41\%$ , при коефіцієнті відбиття стелі  $r_{\text{ст}}=50\%$  та коефіцієнті відбиття стін  $r_{\text{стін}}=30\%$  і  $i = 1$

Визначаємо кількість ламп  $n$ , яка потрібна для забезпечення нормальної потужності:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot z}{\eta \cdot n};$$

де  $F$  - світловий потік однієї лампи,  $F=2480$  лк;

$E$  – мінімальна нормована освітленість, лк;

$S$  - площа приміщення,  $S=100 \text{ м}^2$ ;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує старіння ламп, їх запиленість та забрудненість,  $K=1,5$ ;

$z$  - поправочний коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення,  $z=1,1$ ;

-коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки, %.

$$n = (75 \times 64 \times 1,5 \times 1,1) / 2480 \times 0,41 = 7,789$$

Приймаємо 8 ламп.

Визначаємо кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{n}{n_c};$$

де  $n_c$  – число ламп в одному світильнику,  $n_c=2$ ;

$N = 8/2 = 4$  світильники

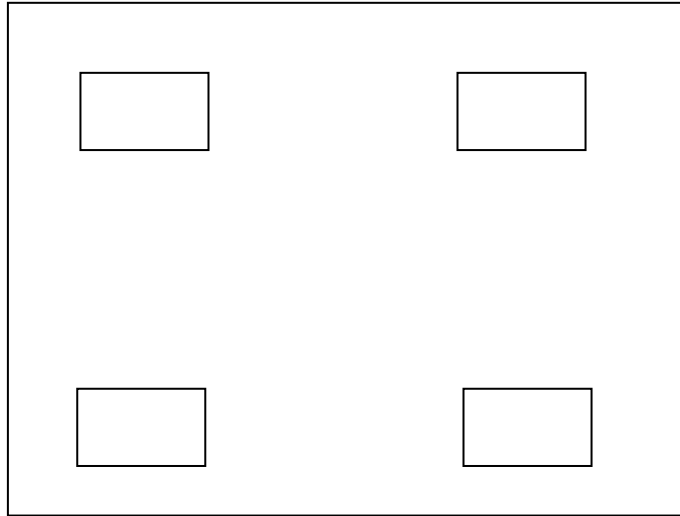


Рис 8.2. Схема розташування світильників

### Електробезпека

За «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) пончиковий апарат відноситься до категорії з підвищеною небезпекою по небезпеці ураження людини струмом та залежно від виробничого середовища.

Щоб забезпечити електробезпеку на робочому місці потрібно проводити такі заходи:

- Проводити навчальні заходи, організовувати інструктажі та атестації робітників;
- Заземлювати всі металеві конструкції електрообладнання;
- Проводити профілактичні випробовування обладнання та ремонти, але за умови відімкнення електричного живлення;
- Щоб уникнути замикання електродвигунів приводу машини або перенавантаження потрібно встановити швидкодіюче автоматично захисне відключення;
- Потрібно використовувати захисні засоби та пристрої;
- Захисне розділення мережі;

- Має бути блокувально-попереджувальна сигналізація з написами та плакатами.

### **Пропозиції щодо покращення умов в приміщенні**

Забезпечення подачі в робоче приміщення за допомогою вентиляційної системи, надійна ізоляція від електро пристроїв поверхонь устаткування – це все міри для дотримання умов праці. Утримання обладнання у справному стані запобігає травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій. Дотримуючись правил техніки безпеки, оператор повинен працювати в захисному одязі та з індивідуальними засобами захисту верхніх дихальних шляхів і слуху.

## Висновки

То ж, у даному дипломному проєкті розроблено пончиковий апарат, що дає змогу механізувати робочий процес та значно зменшити виробничі площі. Так як всі операції поєднані в одному апараті це дає змогу створити компактний та функціональний апарат з мінімальними затратами електроенергії. Зниження витрати на експлуатацію обладнання полягає в швидкій та кращій прожарці, та дозволяє випікати пончики без затрати часу на їх перевертання.

Всі розрахунки, що надані в цьому дипломному проєкті підтверджують працездатність та доцільність використання даного пончикового апарату. За рахунок своєї функціональності апарат покращує якість та смакові властивості пончиків.

Завдяки ряду своїх переваг пончиковий апарат буде впроваджений в виробництво.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Десик М.Г.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Западня О.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>20-1997.ДП.08.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

### Списко використаної літератури

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

2. Киркач, Н. Ф. Расчёт и проектирование деталей машин [Текст] : Учеб. пособие / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласанян. — 3-е изд., перераб. и доп. — Х. : Основа, 1991. — 276 с.

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

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

5. Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підручник / Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. – Київ: НУХТ, 2010. – 547 с.

6. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для студентов вузов. Кн. 1 / С.Т. Антипов, В.Я. Груданов, В.А. Шаршунов и др.; под ред. В.А. Панфилова, В.Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2007. – 420 с.

7. Мостенська Т. Збалансування продовольчого ринку в контексті забезпечення продовольчої безпеки: монографія / Т. Мостенська. – Київ: Кондор-Видавництво, 2015. – 283 с.

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

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Десик М.Г.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Западня О.Р.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>		<b>20-1997.ДП.08.000.ПЗ</b>		
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>					

9. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
10. Скопенко Н.С. Інтеграційні процеси в харчовій промисловості України: сучасна концепція розвитку: монографія / Н.С. Скопенко, Т.Л. Мостенська. – Київ: Кондор, 2015. – 392 с.
11. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств: підручник / І. Г. Бабанов, О. М. Гавва, О. І. Бабанова та ін. – Київ: Сталь, 2015. – 600 с.
12. Груданов В.Я. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие / В.Я. Груданов.- Минск: Изд. центр БГУ, 2005. – 299 с.
13. Сидоров Ю. І. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості [Текст]: навч. посіб. / Ю. І. Сидоров, В. І. Чуєшов, В. П. Новіков. — Вінниця : Нова книга, 2009. — 816 с.
14. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : приклади і задачі : навч. посіб. / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін. ; за ред. І. Ф. Малежика ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2015. — 386 с.
15. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст]: Підруч. / І. Ф. Малежик, П. С. Циганков, П. М. Немирович, О. С. Марценюк ; Ред. І.Ф. Малежик. — К. : НУХТ, 2003. — 400 с.
16. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін.; за ред. В.Г. Мирончука. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
17. Заплетніков І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / І. М. Заплетніков, В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев ; Нац. ун-т харч. технол., Донец. нац. ун-т екон. і торг. — К. : ЦУЛ, 2012. — 344 с.

18 Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

19. Оборудование микробиологических производств / Калунянц. К.А., Голгер Л.И., Балашов В.Е. М. – 1987. – 398 с.