

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

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

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Гавва О.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми: обладнання переробних і харчових виробництв  
на тему: Розроблення вакуум-випарного апарату охолодження галет для печі  
шириною поду 0,6 м

Виконав: здобувач IV курсу, групи ОХ-4-3

Ланко Марія Сергіївна  
(прізвище та ініціали)

Керівник Десик Микола Григорович  
(прізвище та ініціали) (підпис) \_\_\_\_\_

Консультанти Литвиненко О.А.  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Бойко О.О.  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Обладнання переробних і харчових виробництв  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри О.М.Гавва

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ланко Марії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення вакуум-випарного апарату охолодження галет для печі шириною поду 0,6 м

керівник роботи Десик Микола Григорович, к.т.н., доц.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16” березня 2020 року №230кс

2. Строк подання здобувачем роботи 16 червня 2020р

3. Вихідні дані до роботи Виріб – галети; продуктивність – 80(кг/год)

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз методів та обладнання для охолодження хлібобулочних виробів; техніко-економічне обґрунтування впровадження обладнання для вакуум-випарного охолодження галет; будова та принцип дії агрегату, що розробляється; підбір конструкційних матеріалів; розрахункова частина; Технологія виготовлення валу; Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання; Охорона праці; Висновки;

5. Перелік графічного матеріалу

1. Загальний вид; 2. Вакуум-камера розріз; 3. Мальтійський вузол; 4. Складальне креслення ротор; 5. Технологічний маршрут

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ                                  | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---|---|----------------|------------------|
|   |   | завдання видав | завдання прийняв |
| <i>Тех. маршрут виготовлення деталі</i> | <i>Литвиненко О.А., проф. д.т.н.</i>      |                |                  |

7. Дата видачі завдання 10 березня 2020р**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи   | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|-------------------------------|----------|
|   | Розділи пояснювальної записки   | 01.04.2020 р.                 | виконано |
|   | Аналіз методів та обладнання для охолодження хлібобулочних виробів                              | 15.04.2020 р.                 | виконано |
|   | Техніко економічне обґрунтування впровадження обладнання для вакуум-випарного охолодження галет | 23.04.2020 р.                 | виконано |
|   | Будова та принцип дії агрегату, що розробляється  | 28.04.2020 р.                 | виконано |
|   | Підбір конструкційних матеріалів  | 10.05.2020 р.                 | виконано |
|   | Розрахункова частина  | 15.05.2020 р.                 | виконано |
|   | Технологія виготовлення валу  | 25.05.2020 р.                 | виконано |
|   | Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання   | 27.05.2020 р.                 | виконано |
|   | Охорона праці   | 01.06.2020 р.                 | виконано |
|   | Висновки  | 02.06.2020 р.                 | виконано |

Здобувач

\_\_\_\_\_

(підпис)

Лапко М.С.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Десик М.Г.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## Анотація

В останні роки найбільш високий попит набирає тенденція на здорове харчування, тому ми пропонуємо впровадження обладнання для вакуум-випарного охолодження саме галет. Тому що саме вони містить висівкове борошно, сіль, воду і дріжджі. Їх калорійність становить менше 300 ккал на сто грам, швидко надають відчуття ситості та дуже поживні

Нами створена конструкція вакуум-камери для охолодження галет в потоці. Даний агрегат дає змогу забезпечити одночасне проведення в одній пекарній камері двох процесів випікання та сушіння, а також прискорити процес охолодження галетів під впливом розрідження. Таким чином встановлення даного агрегату дозволяє замінити обладнання для сушки та охолодження галетів, тим самим зменшити площу виробництва.

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

Графічна частина складається з 5 листів А1.

**Ключові слова:** вакуум-камера, охолодження, хлібобулочні вироби, ротор.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

## Annotation

In recent years, the trend for a healthy diet is gaining the highest demand, so we offer the introduction of equipment for vacuum evaporative cooling of biscuits. Because they contain bran flour, salt, water and yeast. Their caloric content is less than 300 kcal per hundred grams, they quickly give a feeling of satiety and are very nutritious.

We created the design of a vacuum chamber for cooling biscuits in the stream. This unit makes it possible to simultaneously carry out two baking and drying processes in one baking chamber, as well as to accelerate the cooling process of biscuits under the influence of vacuum. Thus, the installation of this unit allows you to replace the equipment for drying and cooling biscuits, thereby reducing the production area.

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

The graphic part consists of 5 sheets of A1.

**Key words:** vacuum chamber, cooling, bakery products, rotor.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Вступ .....   | 8  |
| 1. Аналіз методів та обладнання для охолодження хлібобулочних виробів .....                             | 10 |
| Природне охолодження.....   | 10 |
| Охолодження кондиціонованим повітрям .....  | 11 |
| Вакуумне охолодження .....  | 13 |
| 2. Техніко-економічне обґрунтування впровадження обладнання для вакуум-випарного охолодження галет..... | 17 |
| 3. Будова та принцип дії агрегату, що розробляється.....  | 19 |
| 4. Підбір конструкційних матеріалів .....   | 21 |
| 5. Розрахункова частина.....  | 23 |
| Розрахунок продуктивності вакуум-камери.....  | 23 |
| 5.2 Розрахунок геометричних параметрів вакуум-камери .....  | 24 |
| Розрахунки апарату на міцність.....   | 25 |
| Розрахунки бункера на міцність .....  | 26 |
| Розрахунки підшипників.....   | 27 |
| Підбір мотора-редуктора та кінематичний розрахунок приводу  | 28 |
| 5.7. Розрахунок ланцюгової передачі .....   | 32 |
| 5.8 Розрахунок мальтійського механізму приводу вакуум-камери.....                                       | 35 |

|           |      |            |        |      |          |  |  |             |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|----------|--|--|-------------|------|----------|
|           |      |            |        |      | ДП.87.ПЗ |  |  |             |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата | Зміст    |  |  |             |      |          |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      |          |  |  | Літер.      | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |          |  |  | 3           |      |          |
| Реценз.   |      |            |        |      |          |  |  | НУХТ ОХ-4-3 |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |          |  |  |             |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |          |  |  |             |      |          |

|   |    |
|---|----|
| 6. Технологія виготовлення валу .....                             | 40 |
| Розрахунок припусків на обробку поверхні $\varnothing 35h9$ ..... | 40 |
| 6.2. Розрахунок режимів оброблення і технічног нормування .....   | 47 |
| 7. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання .....                | 72 |
| Монтаж вакуум-камери .....  | 72 |
| Експлуатація вакуум-камери .....                                  | 73 |
| Ремонт вакуум-камери .....  | 74 |
| 8. Охорона праці .....  | 77 |
| Висновки .....  | 87 |
| Список використаної літератури.....                               | 88 |
| Додатки   |    |
| Специфікації  |    |

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             | 2    |

## Вступ

Хліб і хлібобулочна продукція є головною харчовою продукцією, що споживається всіма категоріями населення, незалежно від місця проживання, статі, соціального статусу та рівня доходів. Тому хлібопекарська промисловість, яка забезпечує населення цією продукцією, є стратегічно важливою для життєзабезпечення суспільства і гарантування продовольчої безпеки держави. Україна наразі посіла лідируючі позиції за обсягами виробництва хліба та хлібобулочної продукції високої якості, та зберегла свою здатність до безперервного забезпечення населення України хлібом та хлібобулочними виробами широкого асортименту.

Нині ринок хлібопродуктів, як і раніше, має розгалужену територіальну й регіональну охопленість – хлібопекарські підприємства функціонують в усіх областях України, зокрема за рахунок великих холдингів, які географічно розширюють розміщення своїх потужностей та мережу збуту.

Хлібопекарська промисловість стрімко розвиває науково-інженерний потенціал, тому ми пропонуємо метод досушування та охолодження виробу в одній камері з метою підвищення продуктивності та рентабельності виробництва.

Поєднання цих двох процесів за допомогою вакуумування суттєво зменшує час випікання, тому що процес печення триває під час охолодження і якщо раніше процес випікання та охолодження був довший, зараз це можна зробити за значно коротший період часу в залежності від типу продукту.

Крім того, система вакуумного охолодження підходить для всіх сортів хлібобулочних виробів

|           |      |            |        |      |                    |                    |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|--------------------|--------------------|------|----------|
|           |      |            |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> |                    |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата | <b>Вступ</b>       | Літер.             | Арк. | Аркушів. |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      |                    |                    | 1    | 1        |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |                    | <b>НУХТ ОХ-4-3</b> |      |          |
| Реценз.   |      |            |        |      |                    |                    |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |                    |                    |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |                    |                    |      |          |

Поєднання процесів випікання та сушіння в одному доцільно розглядати як процес сушіння на початку якого існує період розігріву тістової заготовки внаслідок чого тістова заготовка перетворюється в випечений хліб. В процесі випікання – сушіння під впливом теплоти відбуваються зовнішні та внутрішні масообмінні процеси, в результаті яких має місце сушіння заготовки при випаровуванні вологи з її поверхні.

На початку прогріву в масі тістової заготовки відбувається рух вологи з поверхневих шарів до центру по закону термовологопровідності, що виникає при наявності градієнта температури між поверхневими та центральними шарами.

По досягненні температури кипіння в об'ємі заготовки, рух вологи під дією сил термовологопровідності припиняється та відбувається переміщення вологи по закону вологопровідності до поверхні заготовки з подальшим випаровуванням її в зовнішнє середовище.

При подальшому висушуванні заготовки в умовах радіаційно-конвективного обігріву безперервний процес випікання і сушіння проходить з уповільненням швидкості вологовіддачі, що призводить до подовження процесу сушіння.

З метою підвищення інтенсивності вологовіддачі в кінцевих стадіях процесу випікання-сушіння та зниження витрат енергоресурсів нами запропоновано досушування та охолодження виробів їх вакуумуванням.

Запропонований спосіб базується на процесі випаровування вологи з заготовки за рахунок відбирання акумульованого заготовкою тепла в умовах вакууму.

Таким чином підвищується якість, хлібопекарський виріб має більш насичений аромат, а потрібно при цьому менше часу на випікання, менше енергії, виробляється менше відходів, потребує меншого маніпулювання

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

інгредієнтів, заготовок, та людського втручання. Натомість в підсумку виходить більш якісний продукт при менших витратах.

## 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

### Методи охолодження хлібобулочних виробів

Охолодження хлібних виробів відбувається на завершальному етапі виробництва хлібобулочних виробів. Завдяки охолодженню зменшується ймовірність появи конденсату в упаковці і підвищується транспортабельність готової продукції. У перші години після випікання хлібні вироби чутливі до механічних впливів, таких як нарізка і упаковка та транспортування. Охолоджувати готові вироби необхідно для надання їм механічної міцності.

На теперішній час найбільш популярними є три, способи охолодження: природний, кондиційованим повітрям і вакуумний.,

### 1.2. Природне охолодження

Природне охолодження – на багато дешевший спосіб охолодження продуктів зі всіх варіантів, але займає більше часу (відбувається черствіння хліба). Потрібно зазначити, що такий метод вимагає значних виробничих площ, що в свою чергу не вигідно для підприємства.

Традиційно для охолодження хлібобулочних виробів використовують конвективний спосіб з природною циркуляцією повітря. Вироби охолоджуються у візках, вагонетках, контейнерах (рис. 1.1) у відділеннях для остигання або в експедиції.

|           |      |            |        |      |  |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|--|------|----------|
|           |      |            |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b>                             |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата |  |      |          |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      | Літер.   | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |  | 1    | 1        |
| Реценз.   |      |            |        |      | <b>Аналіз обладнання</b><br><b>НУХТ ОХ-4-3</b> |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |  |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |  |      |          |



Найбільш дешевий спосіб охолодження хлібобулочних виробів, має ряд суттєвих недоліків, серед яких:

1) тривалість процесу охолодження (2 - 6 ч залежно від маси виробів, їх рецептури, температури повітря в приміщенні та інших умов);

Рис. 1.1. Вагонетка

2) порушення санітарних норм (бактерії, які знаходяться в повітрі осідають на поверхні виробу) в результаті тривалого контакту з навколишнім повітрям в умовах високої концентрації виробництва у порівнянні з невеликою площею виробництва;

3) під час охолодження продукції необхідне використання великих площ;

4) обов'язкове підтримування постійного температурного режиму та вологості в приміщеннях (особливо актуально в літню пору року);

## 1.2. Охолодження кондиціонованим повітрям

Використання кондиціонованого повітря значно зменшує період процесу охолодження. Повітря подається за рециркуляційною схемою. Гаряче повітря, що збирається у верхній частині охолодження, зволожується та охолоджується кондиціонером. Повертається до охолоджувача спочатку через зону найбільш охолодженого хлібобулочного виробу, або двома потоками в зону з гарячим виробом та в зону зниженої температури, що зменшує усихання виробу та покращує інтенсивність. Повітряне охолодження – оптимальні параметри повітряного середовища в зоні для охолодження є відносна вологість 90-95%. та температура 15-18°C.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |



Використання спіральних кулерів дозволяє забезпечити рівномірність охолодження продукції, яка подається на нарізання та пакування, також можливість раціонального використання виробничих площ, зменшити ризик порушення санітарно-гігієнічних вимог та автоматизувати заключні стадії виробничого процесу; Кращий вигляд товар має у процесі природного охолодження, без застосування кліматичних установок, проте в цьому випадку процес займе тривалий час охолодження (від 0,5 год до 3-5 годин.)

Найбільш доцільним рішенням для такого тривалого процесу охолодження є спіральний конвеєр (кулер). Завдяки спіральній геометрії розташування стрічки в просторі, з'являється можливість для розміщення стрічки великої довжини при мінімальному об'ємі кулера, що дозволяє суттєво економити виробничі площі. Крім того, на стрічці спірального кулера продукція транспортується максимально делікатно, без зміни свого положення.

Для підтримання заданої температури та вологості у виробничому приміщенні, застосовується система витяжної вентиляції. При необхідності, спіральний конвеєр може бути поміщений всередину теплоізольованої камери, де необхідні параметри (температура та вологість) будуть підтримуватися автоматично. Можливі додаткові опції, такі як:

- Знезараження;
- Тонка фільтрація повітря, що надходить в камеру.

### 1.3. Вакуумне охолодження

Вакуумне охолодження - принцип роботи ґрунтується на різкому зниженні температури кипіння рідини за рахунок відповідного розрідження повітря у камері для охолодження, тривалість охолодження скорочується, але збільшується усихання.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Сучасним способом охолодження Хлібобулочних виробів є вакуумне охолодження, при якому охолодження відбувається внаслідок адіабатного кипіння вологи в ньому і як наслідок зниження температури виробу при зниженні тиску в камері. При цьому, основними вимогами до продукту є вологість за рахунок випаровування якої відбувається охолодження, висока паропроникність та вакуумпроникність.

Завдяки унікальним можливостям Системи вакуумного охолодження є можливість знизити кількість консервантів. Крім того вакуумне охолодження поширює аромат по хлібу більш рівномірно, в результаті чого стає більш приємним смак хліба. Оскільки є можливість закінчення випічки при процесі охолодження, то загальний час випічки знижується на 30%. Фактичне охолодження займає всього пару хвилин. Таким чином, час випічки і охолодження може бути знижено менше, ніж на 15 хвилин в залежності від продукту. В результаті відбувається збереження енергії, а також зниження часу на витрати людської праці. Крім того, вам буде потрібно менше місця за рахунок використання меншої кількості візків в пекарні. Можна порівняти вакуумне охолодження продукту з традиційним охолодженням, і побачити відмінності в якості скоринки, обсязі і структурі виробів. Смак і аромат посилюються, а також збільшується термін зберігання. Найкраща структура м'якушки хліба і скоринки також спрощує нарізку і упаковку.

На теперішній час проводяться дослідження з використання розрідження у технології хліба та хлібобулочних виробів, зокрема компанія Revent International AB (Данія) популяризує цю технологію та впроваджує вакуумні охолоджувачі у міні-пекарнях, кондитерських, кафе та ресторанах.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вакуумне охолодження хлібобулочних виробів базується на холоді, що виникає в результаті випаровування вологи з продукту. При нормальному атмосферному тиску вода випаровується при температурі 100 °С. При такій температурі досягається поріг переходу з рідкого стану рідини в газоподібний. Під час зниження тиску вода починає кипіти значно раніше ніж при атмосферному. Якщо в системі вакуумного охолодження

хлібобулочних виробів встановити тиск до 12мбар, вода закипить вже при температурі 10°С. Таким чином випаровування вологи у продукті призводить до його охолодження.

Переваги використання вакуумного охолодження для хлібобулочних виробів:

1. Такий спосіб дозволяє знизити час випікання виробу на 10-30%, завдяки процесу допікання у вакуум-камері, що призводить до зменшення енерговитрат на випікання. Крім того це дозволяє підвищити продуктивність підприємства.
2. Є можливість поєднання процесів в одному обладнанні що дозволить уникнути облаштування великих площ для охолодження.
3. суттєвою перевагою є збільшення тривалості зберігання готової продукції, поліпшення якості. При використанні вакуум-випарного охолодження пористість виробу рівномірна. При цьому смакові властивості виробів не погіршуються.

Збільшення терміну зберігання готової продукції відбувається при вакуум-випарному способі охолодження за рахунок різкого зниження температури. усім відомо, максимальний розвиток мікроорганізмів відбувається при температурі від 25 до 60 °С. При звичайному охолодженні хлібний виріб досить тривалий час знаходиться в цьому температурному

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

середовищі. При вакуумному охолодженні розвиток мікроорганізмів зводиться до мінімуму, та вироби залишаються довгий час свіжими. Якщо ми подивимось на обладнання та схеми створення вакууму в робочій камері для проведення вакуум-випарного охолодження хлібобулочних то побачимо, що на теперішній час такі виробники як Revent, Weber, SGet, BVT, AllCold та інші, виготовляють камери періодичної дії для вакуум-випарного охолодження хлібобулочних виробів, які працюють з роторними та ярусними печами.

Виробники пропонують різноманітні схеми вакуумування в робочій камері, починаючи від схем, які передбачають відкачування пароповітряної суміші вакуум насосом до схем, що забезпечують використання вторинної теплоти.

Шведська компанія «Revent» пропонує унікальну розробку - камеру вакуумного охолодження кондитерських виробів.



*Рис. 1.4. Камера вакуумного охолодження «Revent»*

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Таку систему охолодження можна, використовувати у двох випадках.:

1. При випічці стандартних виробів. При цьому схема виглядає так:

- Випічка ( час випічки скорочується на 20-30%),
- Вакуумне охолодження (за 2 - бхв продукт охолоджується до 20-25 ° С)
- Відразу різка та упаковка

2. При виробництві недопеченого хліба ( альтернатива поставки заморожених напівфабрикатів).

При цьому схема виглядає так:

- Випічка (50 % від звичайного часу випічки)
- Вакуумне охолодження 2-4 хв.
- Упаковка та складування при  $t = +5 \text{ }^\circ\text{C}$

Не потрібна шокова заморозка виробів. Термін зберігання при  $t = +5 \text{ }^\circ\text{C}$  не менше 12 діб.

## **2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВАКУУМ- ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ГАЛЕТ**

В останні роки найбільш високий попит набирає тенденція на здорове харчування, тому ми пропонуємо впровадження обладнання для вакуум-випарного охолодження саме галет. Галети входять в меню багатьох популярних дієт. Не дивно, адже цей продукт низькокалорійний і ситний. Їх можна вживати людям, що страждають печінковою недостатністю, захворюваннями шлунково-кишкового тракту і нирок. Рецепт такого печива є дуже проста, адже у ній не передбачено наявність хімічних добавок, всіляких ароматичних і фарбувальних речовин. За рахунок цього галети не

|           |            |          |        |      |   |                    |      |          |
|-----------|------------|----------|--------|------|---|--------------------|------|----------|
|           |            |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b>                          |                    |      |          |
| Змн.      | Лист       | № докум. | Підпис | Дата | <b>Техніко-економічне<br/>обґрунтування</b> | Літер.             | Арк. | Аркушів. |
| Розроб.   | Лапко М.С. |          |        |      |   |                    | 1    | 1        |
| Перевір.  | Десик М.Г. |          |        |      |   | <b>НУХТ ОХ-4-3</b> |      |          |
| Реценз.   |            |          |        |      |   |                    |      |          |
| Н. Контр. |            |          |        |      |   |                    |      |          |
| Затверд.  |            |          |        |      |   |                    |      |          |

викликають алергічних реакцій і всіляких висипань навіть у маленьких дітей.

За рахунок нешкідливого складу галет багато жінок, які дотримуються засад правильного харчування, часто вживають їх в їжу. Існують навіть спеціальні дієтичні галети, призначені для осіб, які страждають надмірною масою тіла. У таких продуктах міститься висівковий борошно, сіль, вода і дріжджі. Їх калорійність становить менше 300 ккал на сто грам. Вони швидко надають відчуття ситості.

Впровадження вакуум-камери для охолодження галет дозволить зменшити кількість обладнання в лінії та перш за все скоротити технологічний процес виготовлення галет на 20%. В нас при цьому відпадає необхідність в повторному нагріванні заготовок для їх висушування, до того ж ми досушуємо і охолоджуємо галети за рахунок акумульованої в них теплової енергії.

За допомогою використання вакуум-камери, ми зменшуємо виробничі площі, кількість обладнання та зменшуємо витрати електроенергії.

Впровадження такої модернізації лінії дає можливість раціонально використовувати виробничі площі, а саме, зменшити її. Запропонована нами схема виробництва в порівнянні з іншими існуючими лініями для виробництва галетних виробів дає можливість зменшити ручну працю, що призведе до підвищення загального рівня конкурентоспроможності підприємства в цілому, а також дає можливість створити механізовану багатопрофільну потокову лінію.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 3. БУДОВА ТА ПРИНЦИП ДІЇ АГРЕГАТУ, ЩО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ

Суміщення процесів випікання та сушіння в одній робочій камері, та подальше охолодження і досушування в умовах вакууму, дозволяє скоротити машино-апаратурну схему, виробничі площі та зменшити час виробництва виробів . Внаслідок виключення ряду операцій та зменшення витрат на утримання і експлуатацію обладнання ми можемо знизити собівартість продукції. Після випічки-сушки в одній пекарній камері гарячі галети, подаються за допомогою конвеєра до однієї з робочих частин вакуум-камери.

Вакуум-камера(Рис.3.1.)складається привідний вал-1; підшипниковий вузол-2; приймальний бункер-3; вивантажувальний бункер-4; робоча камера-5; гумовий ущільнювач-6; патрубки вакуум-системи-7

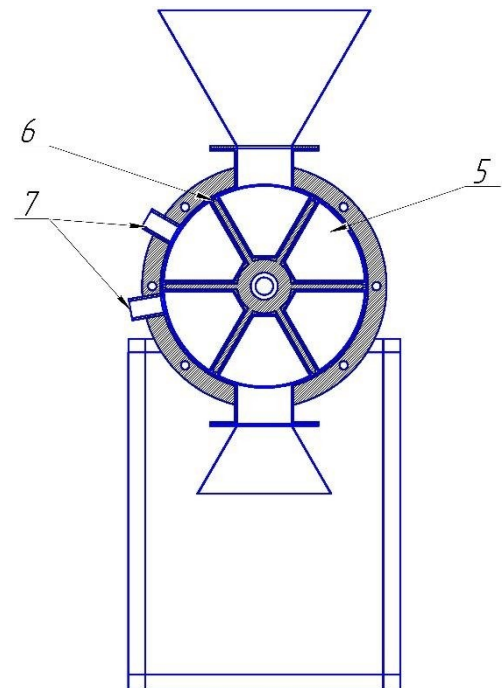


Рис 3.1. Ескіз вакуум-камери

|           |      |            |        |      |   |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|---|------|----------|
|           |      |            |        |      | ДП.87.00.ПЗ                                 |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата |   |      |          |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      | Літер.                                      | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |   | 1    | 1        |
| Реценз.   |      |            |        |      | <b>Будова та принцип дії</b><br>НУХТ ОХ-4-3 |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |   |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |   |      |          |

Принцип роботи камери полягає в тому, що компоненти подаються у лоток камери, при цьому вони вже попередньо випечені і висушені приблизно до вологості 17%. Після порційного насипу галет до лотка, барабан камери за допомогою приводного механізму повертає цей лоток на 60°. Повертаючись в перше положення, до робочої камери ящика через патрубок в корпусі апарату подається вакуум ( $\sim 3 \times 10^3$  Па).

Здійснюється це з допомогою вакуум-системи, що заздалегідь змонтована неподалік від апарату, вона складається з водо-кільцевого вакуум насосу, конденсатора та двох трубопроводів, які в кінцевому варіанті підключені до двох патрубків на корпусі апарату.

Процес проходить за декілька хвилин, лоток по-периметру притискається до стінки корпусу. Відбувається вихід акумульованої в середині галет вологи, в наслідок чого здійснюється по своєму принципу процес сушіння.

В цьому положенні процес відбувається лише на половину, друга частину процесу відбувається тільки після повороту барабану ще 60° до наступного патрубка. В положенні другого патрубка завершується процес підведенням такої ж величини вакууму, що дозволяє одночасно висушити та охолодити галети, до тієї температури за якої вони можуть рухатись на наступний етап - пакування. Далі лоток повертається вже на 180 ° від свого початкового положення, а саме, в кінцеве положення. В цьому положенні відбувається стабілізування тиску внаслідок з'єднання внутрішнього середовища ящика із навколишнім середовищем.

Робочий хід ящика закінчується висипанням галет через вихідний отвір на стрічку конвеєра, який в подальшому подає галети до пакувальної машини. Весь цикл апарату також включає в себе холостий хід ящика при якому він почергово подається у вихідне своє положення до отвору через який мають завантажитись галети.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Технічний результат полягає у суміщенні технологічних операцій випічки та сушки в одній пекарній камері, та на багато швидшому подальшому їх охолодженню за допомогою вакууму, що забезпечує скорочення машино-апаратурної схеми, виробничих площ, зниження витрат на експлуатацію обладнання.

#### 4. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вибір матеріалів, які застосовуються в харчовому машинобудівництві при конструюванні апаратів, має наступні критерії:

- допустимість контакту з харчовими продуктами;
- економічна доцільність застосування;
- вимоги до надійності та довговічності устаткування.
- Робота під розрідженням

Основою камери є циліндрична форма конструкції зі сталі.

Камера складається з металевго корпусу, всередині якого розміщується барабан поділений на 6 секцій. В кожній секції розміщені ящики зі сталі, по периметру кожного розміщена гумова прокладка від сторони корпусу, яка безпосередньо контактує з продуктом.

Основні вимоги до стінок камери це - корозійна стійкість, добра зварюваність та стійкість до зовнішнього надлишкового тиску. Корпус камери має щоденно підлягати санітарній обробці, яка передбачає миття агресивними середовищами, тому для його виготовлення обираємо корозієстійку сталь аустенітного класу 12Х18Н10Т, яка є найбільш поширеним матеріалом, з якого виготовляють деталі для машин харчової промисловості.

Продукт потрапляє до камери крізь жолоб, який повинен мати адгезійні властивості.

|             |             |                 |               |             |   |                    |      |          |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---|--------------------|------|----------|
|             |             |                 |               |             | <b>ДП.87.00.ПЗ</b>                              |                    |      |          |
| <b>Змн.</b> | <b>Лист</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Підпис</b> | <b>Дата</b> |   |                    |      |          |
| Розроб.     |             | Лалко М.С.      |               |             | <b>Підбір<br/>конструкційних<br/>матеріалів</b> | Літер.             | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.    |             | Десик М.Г.      |               |             |   |                    | 1    | 1        |
| Реценз.     |             |                 |               |             |   | <b>НУХТ ОХ-4-3</b> |      |          |
| Н. Контр.   |             |                 |               |             |   |                    |      |          |
| Затверд.    |             |                 |               |             |   |                    |      |          |

Виконавчий орган в процесі – це бункер, який повинен мати хімічну стійкість, низькі адгезійні властивості, та допуск до роботи з розрідженням тому його також доцільно виготовляти з 12Х18Н10Т, яка має велику твердість та корозійну стійкість. Ящик має бути з прогумованим периметром.

Деталі, що не контактують з продуктом, виготовляють з дешевої, вуглецевої, конструкційної сталі звичайної якості Ст5.

Матеріал з якого виготовляють зірочки та палець мальтійського механізму повинен мати достатню міцність, ударну в'язкість, легко піддаватись механічній обробці, тому для їх виготовлення доцільно буде використати сталь 45, або 40Х, 40ХН і піддавати гартуванню з високим відпуском.

Використані матеріали, їхні ГОСТи і ТУ наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1

*Перелік матеріалів використаних в обладнанні*

| Найменування матеріалу, марка | Найменування деталі                      | ГОСТ, ТУ     |
|-------------------------------|--|--------------|
| 12Х18Н10Т                     | Корпус вакуум-камери                     | ГОСТ 5582-75 |
| 12Х18Н10Т                     | Бункери                                  | ГОСТ 5582-75 |
| Ст.45                         | Зірочки, палець мальтійського механізму. | ГОСТ 1050-88 |
| Ст.5                          | Опори, рама.                             | ГОСТ 380-94  |

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1. Розрахунок продуктивності вакуум-камери

Провідним обладнанням у лінії по виробництву хлібобулочних виробів є піч, тому все обладнання (в тому числі і бродильно-формувальний агрегат) підбирають та розраховують, виходячи з продуктивності печі по даному виду виробу – галети. Для розрахунку обираємо циклотермічну кондитерську піч польської фірми «Rem-Piek» WSL-8090, яка має такі параметри:

довжина поду печі, мм -  $L = 15000$

ширина поду печі, мм -  $B = 600$

Додаткові дані для розрахунку продуктивності печі по галетам:

Ширина виробу – 50мм

Довжина виробу – 50мм

час випікання виробу у печі, хв. -  $\tau = 15$

зазор між рядами виробів, мм -  $a = 20$

1. Кількість галет в ряду по ширині поду печі:

$$N = \frac{B - a}{b + a} = \frac{600 - 20}{50 + 20} = 8 \text{ (шт)},$$

де  $B$  – ширина поду,  $a$  – зазор між джгутами,  $d$  – діаметр заготовки,

|           |      |            |        |      |                                 |             |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|---------------------------------|-------------|------|----------|
|           |      |            |        |      | ДП.87.00.ПЗ                     |             |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата |                                 |             |      |          |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      | <b>Розрахункова<br/>частина</b> | Літер.      | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |                                 |             | 1    | 1        |
| Реценз.   |      |            |        |      |                                 | НУХТ ОХ-4-3 |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |                                 |             |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |                                 |             |      |          |



$$\Pi = \frac{0,024 \cdot 350}{\tau} = 120$$

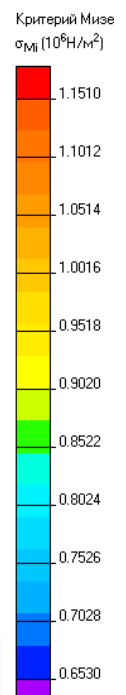
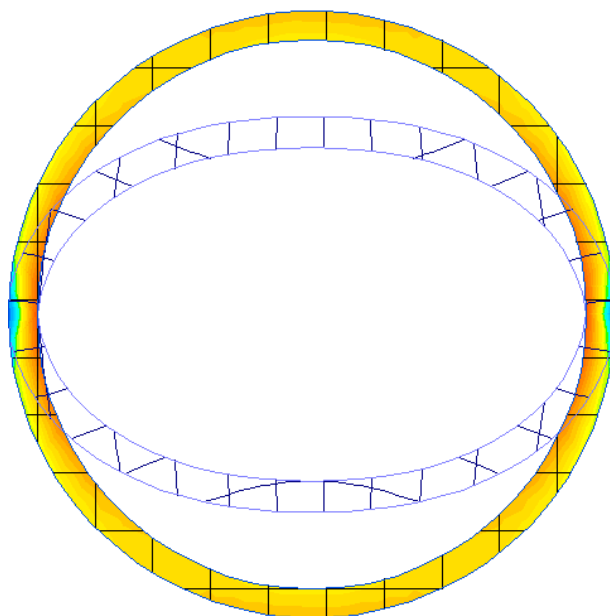
де:

$$\rho_{\text{галет}} = 300 \div 350 \text{ кг/м}^3.$$

Розраховуємо з формули продуктивності час всього циклу роботи камери

$$\tau = \frac{0,024 \cdot 350}{120} \cdot 3600 = 4,2 \text{ хв}$$

### 5.3. Розрахунки апарату на міцність



Визначення товщини стінки апарату

Тиск, що діє в апараті, Па:

$$P = 3 \cdot 10^3$$

Внутрішній діаметр циліндричної оболонки  $D_1$ , м

$$D_1 = 0,21$$

Допустиме напруження матеріалу 12X18H10T стінки апарату  $\sigma_p$ ,

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

Надбавка на корозію до товщини стінки  $\delta$ , м

$$\delta = 0,002$$

Знаходимо допустиме напруження матеріалу стінки на розтяг:

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП.87.00.ПЗ

Арк.

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

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

$$\sigma = 510 \cdot 10^6 / 4 = 1.27 \cdot 10^8.$$

Розрахунок ми провели з допомогою «Elcut» - це комп'ютерна програма для проведення інженерного аналізу і двовимірного моделювання методом кінцевих елементів(МКЕ)

Попередньо в розрахунок прийняли товщину 2мм і отримали значення Критерія Мізеса

$$\frac{\sigma_{мі}}{\sigma_{атм}} = \frac{1,27 \cdot 10^6}{1,10 \cdot 10^6} = 1,15$$

Прирівнюємо критерії з допустимим напруження і отримуємо

$$\frac{\sigma_{мі}}{\sigma_{атм}} = \frac{1,27 \cdot 10^6}{1,10 \cdot 10^6} = 1,15$$

Отже, прийнята нами попередньо стінка допустима, але приймаємо товщину стінки камери за стандартом більшу за розрахункову  $\delta_1 = 0.006$  м

#### 5.4.Розрахунок бункера на міцність

Розрахунок ящика проводимо за принципом розрахунку балки на згин, тиск в робочій камері  $P_{МАХ}=0,3(\text{кПа})$ ,  $P_{атм}=101\ 325$  Па, границю міцності приймаємо  $[\sigma]=160\text{МПа}$  Надбавка на корозію  $\delta = 0.002$

Спочатку знаходимо площу ящика вона дорівнюватиме:

$$S = l \cdot h = 0,64 \cdot 0,060 = 0,0384(\text{м}^2)$$

Далі обчислюємо силу що діятиме на балку:

$$F = S \cdot P_{атм} = 0,0384 \cdot 101325 = 3891(\text{Н} / \text{м}^2)$$

Знаходимо згинальний момент він дорівнюватиме:

$$M = F \cdot L / 2 = 3890,88 \cdot 0,64 / 2 = 1245(\text{Н} \cdot \text{м})$$

Далі з умови міцності знаходимо знаходимо осьовий момент опору:

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$W_z = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{1245,08}{160000} = 0,00777 \text{ м}^3$$

Наступним кроком буде знаходження товщини стінки ящика

$$W_z = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_z}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,00778}{0,025}} = 1,4 \text{ мм}$$

звідси

Додавши надбавку на корозію ми отримуємо що

$$\delta = 3,4 \text{ мм} \text{ Приймаємо товщину стінки більшу за розрахункову } \delta = 6 \text{ мм}$$

### 5.5. Розрахунок підшипників

Підбір радіально-упорного роликопідшипника відбувається 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  $n = 12 \text{ об/хв}$ ; посадочний діаметр валу під підшипник  $d = 25 \text{ мм}$ ; 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 205 за ГОСТ 8338-75, у якого динамічна вантажопід'ємність  $C = 11000 \text{ Н}$ ; статична вантажопід'ємність  $C_0 = 7090 \text{ Н}$ ; кут контакту  $\alpha = 12^\circ$

2. Оськова складова радіальних навантажень для підшипника  $F_s = 0,83 \cdot e \cdot F_r = 0,83 \cdot 0,32 \cdot 1963,6 = 521,53 \text{ Н}$  де  $e = 1,5 \cdot \text{tg} \alpha = 1,5 \cdot \text{tg} 12^\circ = 0,32$

3. Розрахункове осьове навантаження  $F_a = F_s + F_{ab} = 521,53 + 3512 = 4033,53 \text{ Н}$

4. Вираховуємо співвідношення:

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{4033,53}{1 \cdot 1963,6} = 2,05 > e = 0,32$$

Приймаємо коефіцієнти радіальних і осьових навантажень:  $X = 0,46$  і  $Y = 1$ .

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

5. Еквівалентне динамічне навантаження на підшипник

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_\sigma K_\tau = (0,46 \cdot 1963,6 + 1 \cdot 4033,53) \cdot 1,2 \cdot 1,05 = 6220 H$$

$$\frac{C}{P} = 1,6$$

6. За табл.  $P$ , відповідно потрібна динамічна вантажопід'ємність

$C = 3,42 \cdot P = 1,6 \cdot 6220,35 = 9952,56 H$ . Вибраний мною підшипник середньої серії 205 з динамічною вантажопід'ємністю  $C = 11000 H$  що більше за розраховану. Отже даний вибір підшипника є вірним.

### 5.6. Підбір мотора-редуктора та кінематичний розрахунок приводу

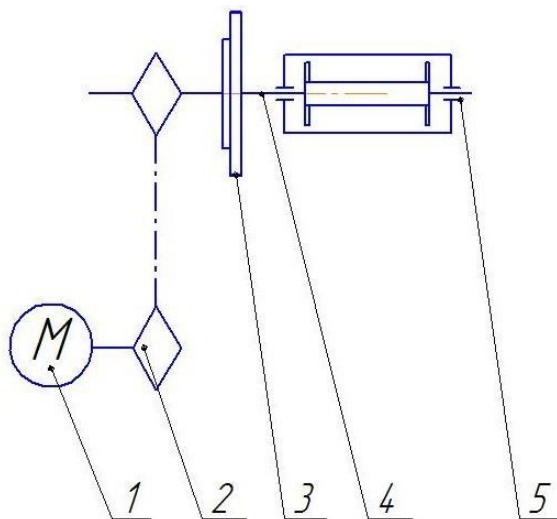


Рис.5.6.1. Кінематична схема приводу вакуум-камери

1. Мотор-редуктор; 2. Ланцюгова передача; 3. Мальтійський механізм;

4. Вал; 5. Підшипникова опора

Визначаємо частоту обертання барабану:

$$n_b = \frac{120}{t_{перем} \cdot \pi \cdot \alpha \cdot 16 \cdot 3,14 \cdot 1,7} = \frac{120}{120} = 1,4 об/хв$$

|      |      |          |        |      |  |             |      |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------|------|
|      |      |          |        |      |  | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |             |      |

$$t_{перем} = 16с, \operatorname{tg}\alpha = 1,7$$

Визначимо силу для подолання сил внутрішнього тертя

$$P = V \cdot \rho \cdot \operatorname{tg}\varphi \text{ звідси } \Rightarrow$$

Далі знаходимо розрахункову потужність привода

$$N = V \cdot \rho \cdot \operatorname{tg}\varphi \cdot R \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \quad N = 0,024 \cdot 350 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,4 = 8,4 \text{ Вт}$$

В якості приводу вибираємо двигун-редуктор типу ЗМП-25 марка АИР56А4 з частотою вихідного валу  $n_{\text{в}} = 4,4 \text{ об/хв}$

Таблиця 5.6.1

| <b>МОТОР-РЕДУКТОР ЗМП-25</b>                           |  |                                |               |  |
|--|--|--------------------------------|---------------|--|
| Номинальная частота вращения<br>выходного вала, об/мин | Номинальный крутящий момент на<br>выходном валу, Н.м | Комплектующий электродвигатель |               | Допускаемая радиально-<br>консольная нагрузка на<br>выходном валу, Н |
|  |  | Марка                          | Мощность, кВт |  |
| <b>трехступенчатые</b>                                 |  |                                |               |  |
| 3,55   | 90   | АИР56А4                        | 0,12          | 800  |
| 4,4  | 90   | АИР56А4                        | 0,12          |  |
| 5,6  | 90   | АИР56А4                        | 0,12          |  |
| 7,1  | 81   | АИР56А4                        | 0,12          |  |
| 9  | 81   | АИР56А4                        | 0,12          |  |
| 12,5   | 81   | АИР56А4                        | 0,12          |  |
| 16   | 70   | АИР56А4                        | 0,12          |  |

Загальне передаточне число приводу складається:

$i = i_1 \cdot i_2$  де  $i_1$  - це передаточне число ланцюгової передачі,  $i_2$  - передаточне число мальтійського механізму

Тоді передаточне число буде дорівнювати

$$i = \frac{4,4}{1,4} = 3,14$$

$$i_2 = \frac{2}{z} = \frac{2}{6} = 0,33$$

Передаточне число мальтійського механізму дорівнює

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

де  $z$  – число пазів тоді  $i_1 = \frac{3,14}{0,33} = 1,03$

Розраховуємо  $N_{np}$  установчу потужність привода за формулою:

$$N_{np} = \frac{0,12}{\eta_{привода}} = \frac{0,12}{0,677} = 0,177 \text{ кВт}$$

де  $\eta_{привода} = \eta_{редуктора} \cdot \eta_{лан.} \cdot \eta_{мал.} \cdot \eta_{п.} \cdot \eta_{п} = 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,75 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,677$ ;

$\eta_{редуктора.}$  – ККД мотор-редуктора (0,95)

$\eta_{лан.}$  – ККД ланцюгової передачі (0,97) ;

$\eta_{мал.}$  – ККД мальтійського механізму(0,75);

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

$$M_{кр.} = \frac{30 \cdot N_{np}}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 0,177 \cdot 100}{3,14 \cdot 4,4} = 38,4$$

Вибираємо для привода мотор-редуктор ЗМП-25 ГОСТ 15150-69, електродвигун АИР56А4 з потужністю  $N=0,12$ кВт з частотою обертання  $n=4,4$ об/хв. І допустимим крутним моментом на вихідному валу

$$M_{кр.} = 90 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Як видно з розрахунків вибраний типу двигуна задовольняє поставлену мету.

Розраховуємо потужності на окремих валах машини :

$$N_1 = N_{двигуна} = 0,12(\text{кВт});$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{редуктора.} = 0,12 \cdot 0,95 = 0,114(\text{кВт});$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{лан.} = 0,114 \cdot 0,97 = 0,110(\text{кВт});$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{п.} \cdot \eta_{мал} = 0,110 \cdot 0,99 \cdot 0,75 = 0,081(\text{кВт});$$

Розраховуємо частоту обертів окремих валів машини:

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$n_1 = n_{\text{об}} = 4,4(\text{об} / \text{хв}); \quad n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{лан}}} = \frac{4,4}{1,03} = 4,3(\text{об} / \text{хв});$$

$$n_3 = n_2 = 4,3(\text{об} / \text{хв}); \quad n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{мал}}} = \frac{4,3}{0,33} = 1,4(\text{об} / \text{хв})$$

Визначаємо кутові швидкості на окремих валах машини.

$$\omega_1 = \frac{P \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 4,4}{30} = 0,46(\text{рад} / \text{с}) \quad \omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{\text{лан}}} = \frac{0,46}{1,03} = 0,44 \text{ рад} / \text{с}$$

$$\omega_3 = \omega_2 = 0,44(\text{рад} / \text{с}) \quad \omega_4 = \frac{\omega_3}{i_{\text{мал}}} = \frac{0,44}{0,33} = 0,14(\text{рад} / \text{с})$$

Знаходимо крутні моменти на окремих валах привода :

$$T_4 = \frac{T}{\eta_{\text{мал}} \cdot \eta_{\text{під}} \cdot i_{\text{мал}}} = \frac{90}{0,75 \cdot 0,99 \cdot 0,33} = 21,6(\text{Н} \cdot \text{м}) \quad T_3 = \frac{T_4}{\eta_{\text{під}}} = \frac{21,6}{0,99} = 21,8(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_2 = \frac{T_3}{\eta_{\text{лан}} \cdot i_{\text{лан}}} = \frac{21,8}{0,95 \cdot 1,03} = 22,3(\text{Н} \cdot \text{м}) \quad T_1 = T_2 = 22,3(\text{Н} \cdot \text{м})$$

Заносимо всі отримані дані в таблицю для подальшої зручності їх використання

Таб. 5.6.2 Таблиця отриманих значень

|     | Потужність<br>N,Вт | Частота<br>обертання<br>n,об/хв | Кутові<br>швидкості,<br>рад/с | Крутний<br>момент<br>Т, Н·м | Передаточне<br>число |
|-----|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| I   | 0,12               | 4,4                             | 0,46                          | 22,3                        |                      |
| II  | 0,114              | 4,3                             | 0,44                          | 22,3                        | 1,03                 |
| III | 0,110              | 4,3                             | 0,44                          | 21,8                        |                      |

|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДП.87.00.ПЗ |  |  |  |  |      |

|    |       |     |      |      |      |
|----|-------|-----|------|------|------|
| IV | 0,081 | 1,4 | 0,14 | 21,6 | 0,33 |
|----|-------|-----|------|------|------|

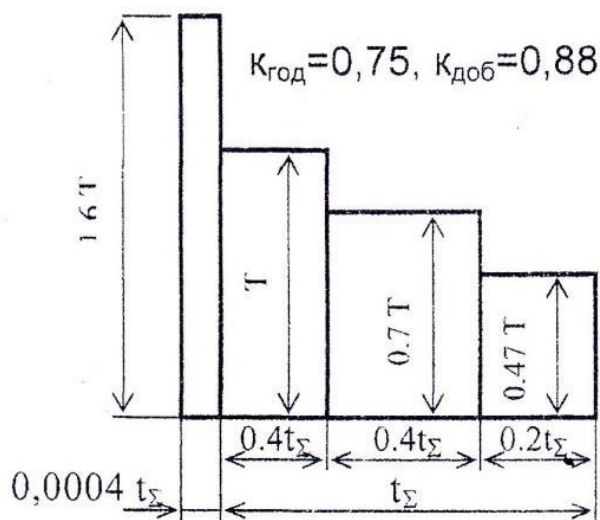
Визначаємо загальну кількість часів роботи приводу

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

,де  $c=8$ -кількість годин у зміні.

$$\sum t = 8 \cdot 8 \cdot 365 \cdot 4 \cdot 0,75 \cdot 0,88 = 15417 \text{ ГОДИН}$$

$$t_{\text{екв}} = t \sum_{i=1}^n \left( \frac{T_i}{T_H} \right)^3 t_H \quad t_{\text{екв}} = 23126 (1^3 \cdot 0,4 + 0,7^3 \cdot 0,4 + 0,47^3 \cdot 0,2) = 12903 \text{ ГОД.}$$



**Рис.5.6.1** Графік навантаження

приводу машини

### 5.7. Розрахунок ланцюгової передачі.

Номінальна потужність  $N_1 = 0,12 \text{ кВт}$ ; частота обертання  $n_1 = 4,4 \text{ об/хв}$ ; передаточне число  $u = 3,14$ .

**1.** Обираємо ланцюг приводний роликівий однорядний за ГОСТ 13568-75 і визначаємо її крок за формулою:

$$t \geq 2,83 \sqrt{\frac{T_1 \cdot K_E}{z_1 \cdot [p] \cdot m}}$$

де  $T_1$  — крутний момент на валу меншої зірочки, Н·мм,

|      |      |          |        |      |  |             |      |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------|------|
|      |      |          |        |      |  | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |             |      |

$z_1$  — число зубців меншої зірочки,

$[p]$  — питомий тиск на одиницю опорної поверхні шарніру, МПа,

$m$  — кількість рядів ланцюга,

$K_E$  — коефіцієнт, який враховує умови монтажу та експлуатації ланцюгової передачі, дорівнює добутку шести коефіцієнтів:

$$K_E = k_D \cdot k_a \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_{cm} \cdot k_n,$$

де  $k_D$  — динамічний коефіцієнт,

$k_a$  — коефіцієнт, який враховує вплив міжосьової відстані,

$k_n$  — коефіцієнт, який враховує вплив нахилу ланцюга,

$k_p$  — коефіцієнт, який враховує спосіб регулювання натягу ланцюга,

$k_{cm}$  — коефіцієнт, який враховує способу змащення ланцюга,

$k_n$  — коефіцієнт, який враховує періодичність роботи передачі.

$$K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1.4 \cdot 1 = 1.75$$

Число зубців меншої зірочки попередньо приймаємо 15, тоді

$$z_2 = z_1 \cdot u = 15 \cdot 3,14 = 41$$

2. Приймаємо орієнтовно  $[p] = 5$  Па

3. Знаходимо крок ланцюга:

$$t \geq 2,8 \sqrt{\frac{22,3 \cdot 1,75}{13 \cdot 20 \cdot 1}} = 11,1$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Приймаємо ланцюг з кроком  $t = 12,7 \text{ мм}$ , проекція опорної поверхні шарніру  
 $A_{on} = 39,6 \text{ мм}^2$ , руйнівне навантаження  $Q = 18,2 \text{ кН}$ ,  $q = 0,75 \text{ кг/м}$ .

4. Визначаємо кількість ланок ланцюга, спочатку знаходимо сумарну кількість зубців :

$$z_{\Sigma} = z_1 + z_2 = 13 + 41 = 54$$

Міжосьова відстань:

$$a = 562 \text{ мм} \quad \text{Поправка} \quad \Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi} = \frac{41 - 13}{2 \cdot 3,14} = 4,5$$

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{562}{12,7} = 44,25 \quad L_t = 2a_t + 0,5z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t} = 2 \cdot 44,25 + 0,5 \cdot 54 + \frac{4,5^2}{12,7} = 117$$

$$L = 118$$

Приймаємо  $t$

5. Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = 0,25t \left[ L_t - 0,5z_{\Sigma} + \sqrt{(L_t - 0,5z_{\Sigma})^2 - 8\Delta^2} \right] =$$

$$= 0,25 \cdot 12,7 \left[ 118 - 0,5 \cdot 62 + \sqrt{(118 - 0,5 \cdot 62)^2 - 8 \cdot 4,5^2} \right] = 550$$

Натяжний пристрій повинен забезпечити зміну міжосьової відстані в наступних межах :

$$\Delta_a = 550 \cdot 0,004 \approx 4 \text{ мм}$$

6. Визначаємо діаметри ділільних кіл зірочок :

$$D_{11} = \frac{180^2}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} = \frac{180^2}{\sin \frac{180^\circ}{15}}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$d_{Д2} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}} = \frac{12.7}{\sin \frac{180^\circ}{41}} = 125.5 \text{ мм}$$

7. Визначаємо діаметри зовнішніх кіл зірочок :

$$d_{e1} = t \left( \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_1} + 0.70 \right) - 0.31d_1 = 12.7 \left( \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{13} + 0.70 \right) - 0.31 \cdot 8.51 = 80 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = t \left( \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_2} + 0.70 \right) - 0.31d_1 = 12.7 \left( \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{41} + 0.70 \right) - 0.31 \cdot 8.51 = 168 \text{ мм}$$

де  $d_1$  — діаметр ролика ланцюга,  $d_1 = 8,51$  мм

8. Сили, які діють на ланцюг :

$$F = \frac{N}{t} = \frac{1086}{v \cdot 0.3} = 3620 \text{ Н,}$$

колова

$$F = qv^2 = 0.75 \cdot 0.3^2 = 0.06 \text{ Н,}$$

відцентрова

$$F_f = 9.81k_f qa = 9.81 \cdot 3 \cdot 0.75 \cdot 0.4 = 10 \text{ Н,}$$

від провисання ланцюга

де  $k_f$  — коефіцієнт, який враховує розташування ланцюга,

9. Розрахункове зусилля на валу :

$$F = F_t + 2 \cdot F_f = 3620 + 2 \cdot 10 = 3640 \text{ Н}$$

## 5.8 Розрахунок мальтійського механізму приводу вакуум-камери.

**Необхідно:** Підібрати мальтійський механізм для періодичного прокручування вакуум-камери і визначити його геометричні, кінематичні і динамічні параметри.

**Вихідні дані:**  $t_b = 24$  с; час кінематичного циклу  $T_k = 40$  с; момент опору на хресті приймаємо  $M_c = 140$  Н·м.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Рис.2.7.. Розрахункова схема.

Визначення типу мальтійського механізму. Коефіцієнт інтервалів:

$$K = \frac{t_k - t}{t_B^*} = \frac{40 - 24}{24} = 0,66$$

В відповідності з таблицею 11 [1] виявляється, що таку величину  $K$  має одноповодковий правильний симетричний мальтійський механізм з зовнішнім зачепленням і числом пазів  $z=6$ .

Так як час кінематичного циклу водила заданий, знаходимо

кутову швидкість водила з врахуванням залежності :

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi}{S \cdot T} = \frac{2 \cdot 3.14}{1 \cdot 40} = 0,157 \text{ c}^{-1}$$

тут,  $S$  – кількість водил.

Визначаємо тепер по формулі для кожного з механізмів максимальне кутове прискорення хреста:

$$\varepsilon_{3 \max} = \varepsilon_{3 \max}^* \cdot \omega_1^2 = 0,444 * 0,157^2 = 0,0109 \text{ c}^{-2}$$

тут,  $\varepsilon_{3 \max}^*$  - максимальне значення аналога кутового прискорення, яке залежить

тільки від кількості пазів.

Кут повороту хреста:

$$\varphi_d = \frac{2 \cdot 180}{6} = 60^\circ$$

Геометричний параметр механізму по виразу рівний:

$$\lambda = \sin\left(\frac{180}{z}\right) = \sin\left(\frac{180}{6}\right) = 0,5$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Кут робочого повороту водила по виразу рівний:

$$\varphi_p = \pi - \varphi_{\frac{\pi}{\lambda}} = \frac{\pi(z-2)}{z} = \frac{180(6-2)}{6} = 120^\circ$$

Кут холостого повороту водила по виразу рівний:

$$\varphi_p = \pi + \varphi_{\frac{\pi}{\lambda}} = \frac{\pi(z+2)}{z} = \frac{180(6+2)}{6} = 240^\circ$$

Кут, при якому кутове прискорення хреста досягне максимального значення, по виразу рівний:

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= \arccos \left[ \frac{\left[ -(1+\lambda^2) + \sqrt{(1+\lambda^2)^2 + 32 \cdot \lambda^2} \right]}{4 \cdot \lambda} \right] = \\ &= \arccos \left[ \frac{\left[ -(1+0,5^2) + \sqrt{(1+0,5^2)^2 + 32 \cdot 0,5^2} \right]}{4 \cdot 0,5} \right] = 23^\circ 07' \end{aligned}$$

Максимальне значення аналога кутового прискорення на основі формули (48 [1]) буде рівно:

$$\varepsilon_{3\max} = \frac{\lambda \cdot (1-\lambda^2) \cdot \sin \varphi}{(1-2 \cdot \lambda \cdot \cos \varphi + \lambda^2)^2} = \frac{0,5 \cdot (1-0,5^2) \cdot \sin 23^\circ 07'}{(1-2 \cdot 0,5 \cdot \cos 23^\circ 07' + 0,5^2)^2} = 0,444$$

Здійснюємо фіксацію мальтійського хреста геометричним способом за допомогою фіксатора та замкача.

Діаметр вала хреста по залежності з врахуванням змінного навантаження та малих згинаючих моментів рівний:

$$d_3 = 0,0052 \cdot \sqrt[3]{M_c} = 0,0052 \cdot \sqrt[3]{50} = 0,0192 \text{ м}$$

Враховуючи, що вал буде послаблений отвором під шпоночний паз, приймаємо  $d_3 = 0,025 \text{ м} = 25 \text{ мм}$ .

Діаметр вала водила по виразу рівний:

|      |      |          |        |      |  |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--------------------|------|
|      |      |          |        |      |  | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |                    |      |

$$d_1 = 0.0052 \cdot \sqrt[3]{B \cdot M} = 0.0052 \cdot \sqrt[3]{0.35 \cdot 50} = 0.0135 \text{ м}$$

тут,  $B_1$  – коефіцієнт, який залежить від кількості пазів (для шестипазового хреста  $B_1=0.35$ ).

Враховуючи попереднє, приймаємо  $d_1 = 0,030 \text{ м} = 30 \text{ мм}$ .

Діаметр ступиці водила і хреста приймаємо конструктивно рівним

$d_{c1}=40\text{мм}$   $d_{c3}=60 \text{ мм}$ . Довжину кожної ступиці приймаємо рівною

$$l=(1.5 \div 2.0)d_1=1,8 \cdot 30=54 \text{ мм}$$

Діаметр ролика приймаємо орієнтовно рівним  $d_p=15 \text{ мм}$ .

Радіус водила по виразу :

$$r_1 \geq 0.5 \cdot d_{c1} + 0.5 \cdot d_p = 0.5 \cdot 40 + 0.5 \cdot 15 = 27,5\text{мм}$$

Приймаємо  $r_1=45 \text{ мм}$ . Радіус хреста по виразу :

$$r_3 = \frac{r_1}{\text{tg}\left(\frac{\pi}{z}\right)} = \frac{45}{\text{tg}\left(\frac{180}{6}\right)} = 0,0779\text{м}$$

База механізму з умов :

$$l_4 > (r_1 + 0.5 \cdot d_p + 0.5 \cdot d_{c3})$$

$$l_4 > (r_3 + 0.5 \cdot d_{c1})$$

тобто

$$l_4 > (0.045 + 0.5 \cdot 0.015 + 0.5 \cdot 0.04) = 0.0725 \text{ м}$$

$$l_4 > (0.045 + 0.5 \cdot 0.06) = 0,075\text{м}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



Приймаємо ширину ролика  $b=18$  мм, а ширину хреста 18 мм.

Діаметр хвостовика вісі ролика по умові, якщо прийняти  $[\sigma_H]=140$  МПа (сталь марки Ст 2):

$$d_x = \sqrt[3]{\frac{B_2 \cdot M \cdot b}{0.2 \cdot r_1 \cdot [\sigma_H]}} = \sqrt[3]{\frac{0,45 \cdot 140 \cdot 10^3 \cdot 18}{0.2 \cdot 45 \cdot 140}} = 10 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр хвостовика  $d_x=10$  мм, а діаметр цапфи  $d_c=12$  мм.

Розміри елементів механізму (штифтів, болтів, шпонок і ін.), які не були визначені в даному розрахунку, приймаємо конструктивної

## 6. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ

### Розрахунок припусків на обробку поверхні $\varnothing 35h9$ .

Припуск на чистове шліфування.

Мінімальний припуск

$$2Z_{3\min} = 2 (R_{z2} + D_2 + \sqrt{T_{\text{пр}2}^2 + \varepsilon_{y3}}),$$

де  $R_{z2}$ ,  $D_2$ ,  $T_{\text{пр}2}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому шліфуванні;

$\varepsilon_{y3}$  – похибка установлення під час чистового шліфування;  $R_{z2} = 10$  мкм,  $D_2 = 20$  мкм (табл. 8). Під час оброблення деталі в центрах  $T_{\text{пр}2} = 0$  і  $\varepsilon_{y3} = 0$ .

Тоді  $2Z_{3\min} = 2(10 + 20) = 60$  мкм

|           |      |            |        |      |  |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|--|------|----------|
|           |      |            |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b>                                 |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата |  |      |          |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      | Літер.   | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |  | 1    | 1        |
| Реценз.   |      |            |        |      | <b>Технологічний маршрут</b><br><b>НУХТ ОХ-4-3</b> |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |  |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |  |      |          |



де  $R_{z1}$ ,  $D_1$ ,  $T_{пр1}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

$\varepsilon_{y2}$  – похибка установлення при чистовому точінні.

За таблицею 8[1, с.29] вибираємо  $R_{z1} = 50$  мкм,  $D_1 = 50$  мкм.

При установленні деталі в патрон та в центри  $T_{пр1} = 100$  мкм і  $\varepsilon_{y2} = 100$  мкм.

Тоді маємо

$$2Z_{2min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 482 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 - T_2,$$

де  $T_1$  – допуск розміру при чорновому точінні,  $T_1 = IT12 = 210$  мкм

$$2Z_{2max} = 482 + 210 - 130 = 562 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2max} + 2Z_{2min}}{2} = \frac{562 + 482}{2} = 522 \text{ мкм}$$

$$\text{Припуск на чорнове точіння } 2Z_{1min} = 2(R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2})$$

де  $R_{z0}$ ,  $D_0$ ,  $T_{пр0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки;

$\varepsilon_{y2}$  – похибка установлення при чорновому точінні.

За таблицею 6[1, с.28] вибираємо  $R_{z0} = 160$  мкм,  $D_0 = 200$  мкм.

За таблицею 7[1, с.28] вибираємо просторову похибку  $T_{пр0} = 700$  мкм.

При установленні деталі в патрон  $\varepsilon_{y1} = 100$  мкм.

$$2Z_{1min} = 2(160 + 200 + \sqrt{700^2 + 100^2}) = 2134 \text{ мкм}$$

Тоді загальний припуск

$$2Z_{сум} = \sum 2Z_{iном} = 70 + 149 + 522 + 2134 = 2875 \text{ мкм}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Приймаємо  $2Z_{\text{сум}} = 3 \text{ мм.}$

Маса деталі

$$M_{\text{дет}} = V_{\text{д}} \cdot \rho = 0,0001394 \cdot 7800 = 1,087 \text{ кг}$$

$$M_{\text{заг}} = V_{\text{з}} \cdot \rho = 0,0001678 \cdot 7800 = 1,31 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{м}} = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{1,087}{1,31} = 0,83$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

| № операції | Назва операції переходу  | Технологічне обладнан <sup>4</sup> н <sup>4</sup> я, оснащення, різальні і вимірювальні інструменти   |
|------------|--|---|
| 10         | Заготівельна<br>Установити закріпити зняти (УЗЗ)                           | Прокат Ø40, відрізний верстат   |
| 10.1       | Відрізати заготовку довжиною L=540 мм                                      | Дискова відрізна фреза Ø200 , Р6М5, ШЦ-1  |
| 20         | Токарна УЗЗ  | Токарно-гвинторізний верстат 16К20 повідковий патрон  |
| 20.1       | Торцювати пов.1 t=2.5мм  | Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, φ=45°, γ=10°, α=8°; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1                   |
| 20.2       | Точити пов.2 Ø24 <sub>g</sub> l=30 напівчисто з припуском під шліфування   | Різець прохідний упорний правий, φ = 90°, ВхНхL = 16x25x140 мм, α = 8°, γ = 10°, r = 1 мм, Т15К6, ШЦ1 |
| 20.3       | Точити пов.3 Ø25 <sub>k6</sub> l=127 напівчисто з припуском під шліфування | Різець прохідний упорний правий, φ = 90°, ВхНхL = 16x25x140 мм, α = 8°, γ = 10°, r = 1 мм, Т15К6, ШЦ1 |
| 20.4       | Точити канавку шириною 2 до Ø24  | Різець канавочний, Т15К6 ВхНхL=16x25x140  |
| 20.5       | Точити канавку шириною 2 до Ø25  | Різець канавочний, Т15К6 ВхНхL=16x25x140  |

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

|      |  |   |
|------|--|---|
|      |  |   |
| 20.6 | Зняти фаску $2 \times 45^0$  | Різець прохідний відігнутий лівий, Т15К6, $\varphi=45^0$ , $\gamma=10^0$ , $\alpha=8^0$ ; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1                      |
| 20.7 | Нарізати різьбу пов.1М24 на $l=30$   | Різець різьбовий Т15К6 $\beta=60^0, \alpha=3^0$<br>ВхНхL=16x25x140, різьбовий калібр  |
| 30   | Токарна УЗЗ  | Токарно-гвинторізний верстат 16К20 повідковий патрон  |
| 30.1 | Торцювати пов.1 $t=2.5$ мм   | Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^0$ , $\gamma=10^0$ , $\alpha=8^0$ ; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1                     |
| 30.2 | Точити пов.2 $\varnothing 25k6$ $l=16$ напівчисто з припуском під шліфування | Різець прохідний упорний правий, $\varphi = 90^0$ , ВхНхL = 16x25x140 мм, $\alpha = 8^0$ , $\gamma = 10^0$ , $r = 1$ мм, Т15К6, ШЦ1 |
| 30.3 | Точити канавку шириною 2 до $\varnothing 25$                                 | Різець канавочний, Т15К6<br>ВхНхL=16x25x140   |
| 30.5 | Зняти фаску $1 \times 45^0$  | Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi=45^0$ , $\gamma=10^0$ , $\alpha=8^0$ ; ВхНхL=16x25x140, ШЦ1                     |
| 60   | Фрезерна УЗЗ   | Горизонтально-фрезерний 6Н80Г Спец. пристрій  |

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |             |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |             |      |

|      |   |   |
|------|---|---|
|      |   |   |
| 60.2 | Фрезерувати шпонковий паз<br>$b=5N9, l=25$      | Фреза шпонкова $\varnothing 5$ , Р6М5,                            |
| 40   | Шліфувальна УЗЗ                                 | Круглошліфувальний верстат<br>3А110В поводок                      |
| 40.1 | Шліфувати начорно $\varnothing 24$ 8g<br>пов. 1 | Круг ПП 250×25×32 14А F40-50 С2 6<br>К 35 А 2 2424-83, скоба 20f7 |
| 40.2 | Шліфувати начисто $\varnothing 24$ 8g<br>пов. 1 | Круг ПП 250×25×32 14А F40-50 С2 6<br>К 35 А 2 2424-83, скоба 20f7 |
| 40.3 | Шліфувати начорно $\varnothing 25k6$<br>пов. 2  | Круг ПП 250×25×32 14А F40-50 С2<br>6 К 35 А 2 2424-83, скоба 20f7 |
| 40.4 | Шліфувати начисто $\varnothing 25k6$ пов.<br>2  | Круг ПП 250×25×32 14А F40-50 С2<br>6 К 35 А 2 2424-83, скоба 20f7 |
| 50   | Шліфувальна УЗЗ                                 | Круглошліфувальний верстат<br>3А110В поводок                      |
| 50.1 | Шліфувати начорно $\varnothing 25k6$<br>пов. 1  | Круг ПП 250×25×32 14А F40-50 С2<br>6 К 35 А 2 2424-83, скоба 20f7 |
| 50.2 | Шліфувати начисто $\varnothing 25k6$ пов.<br>1  | Круг ПП 250×25×32 14А F40-50 С2<br>6 К 35 А 2 2424-83, скоба 20f7 |

|      |      |          |        |      |             |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |  |      |

## Розрахунок режимів оброблення і технічного нормування

**Перехід 20.1.** На токарно-гвинторізному верстаті 16К20 підрізаємо торець пов.1 заготовки  $\varnothing 40$ . Припуск на обробку (на сторону)  $z=2,5$ мм. Матеріал заготовки сталь 45.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав матеріал державки – сталь 45; переріз державки  $16 \times 25$ мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r = 0,8$ мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (в даному випадку це можливо, тому що припуск незначний). Глибина різання  $t = z = 2,5$ мм.

3. За нормативними таблицями призначаємо подачу в залежності від діаметра заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, характеристик оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 60мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця  $16 \times 25$ мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,5 \dots 0,9$  мм/об. Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізного верстату 16К20, приймаємо подачу  $S_v=0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} S_v^y},$$

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

$C_v$  – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 45 при  $S=0,5 \dots 0,9$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6.

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76,06 \text{ м/хв.}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n^p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 76}{\pi \cdot 40} = 605,095 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_g = 500$  об/хв

7. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 40 \cdot 500}{1000} = 62,8 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\phi} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_{\phi} = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;}$$

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 1,5$  мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$  мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 20 + 2 + 1,5 + 2 = 25,5 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{01} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{25,5}{500 \cdot 0,5} = 0,102$  хв.

**Перехід 20.2.** Точити пов.2 начорно  $\varnothing 24$  8g;  $l = 30$  мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

2. Для чорнкової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 0,75$  мм. На чистову обробку залишається  $t = 0,25$  мм з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra = 2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t = 0,1 \dots 0,4$  мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо  $S_g = 0,5$  мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{175}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,5^{0,35}} = 90,83 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 90,83}{\pi \cdot 40} = 724,5 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_g = 630$  об/хв.

7. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 630}{1000} = 79,128 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де  $L_d = 18$  мм – довжина оброблюваної поверхні;  $L_1 = 2$  мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;  $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1$  мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;  $L_3 = 0$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 1 = 33 \text{ мм}$$

9. Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{30}{630 \cdot 0,5} = 0,095 \text{ хв.}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |



$$L_p = 50 + 2 + 1 = 53 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{53}{500 \cdot 05} = 0,21 \text{ хв.}$$

9. Основний час на виконання переходу

**Перехід 20.4.** Точити канавку  $\varnothing 24$ ;  $l = 2$  мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 0,75$  мм. На чистову обробку залишається  $t = 0,25$  мм з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості  $R_a = 2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t = 0,6 \dots 1,2$  мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо  $S_g = 0,45$  мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,45^{0,35}} = 78,6 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{\bar{p}} = \frac{1000 V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 78,6}{\pi \cdot 30} = 834,3 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_g = 800$  об/хв.

7. За прийнятним значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\delta} = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 30 \cdot 800}{1000} = 75,36 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\delta} + L_1 + L_2 + L_3;$$

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |             |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |             |      |



$$V_{\delta} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_e \pi 30 \cdot 800}{1000 = 1000} = 75.36 \quad \text{м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\delta} + L_1 + L_2 + L_3;$$

де  $L_{\delta} = 2\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;  $L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;  $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 1\text{мм}$  – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;  $L_3 = 0$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 2 + 2 + 1 = 5\text{мм}$$

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_e S_e} = \frac{5}{800 \cdot 045} = 0,0138$$

9. Основний час на виконання переходу хв.

**Перехід 20.6.** Точити фаску  $2 \times 45^{\circ}$ .

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і підчас зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А і приймається як основний час  $t_{04} = 0,18\text{хв.}$

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_0 = \sum_{i=1}^i t_{oi} = 0,65 + 0,1 + 0,08 + 0,18 = 1,01\text{хв.}$$

**Перехід 20.7.** Нарізати різьбу М24-8g.

Глибина різання

$$t = \frac{24 - 23}{2} = 0,5 \quad \text{мм}$$

Подача при нарізанні різьби дорівнює кроку різьби  $S = 1,5 \text{ мм/об.}$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Швидкість різання

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} K_v; \quad \text{м/хв}$$

$C_v=244$  – коефіцієнт швидкості різання,  $i=6$ ;  $x=0,3$ ;  $T=70\text{хв}$ ;  $m=0,2$ ;  
 $S=1.5$ -крок різьби;  $y=0,3$ .

Значення із «Справочника технология машиностроения», таб.49, ст.296

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv}$$

$K_v$  - поправочний коефіцієнт

$$K_{mv} = K_t \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s}\right)^{n_v}$$

$$K_t = 1; \quad \sigma_s = 1000; \quad n_v = 1$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{1000}\right)^1 = 0,75$$

$K_{mv}=0,75$  – коеф. що враховує якість оброблюваного матеріалу

$K_{iv}=0,65$  - коеф. що враховує матеріал ріжучої частини інструмента

$K_{cv} = 1,0$  - коеф. що враховує спосіб нарізання різьби

$$K_v = 0,75 \cdot 0,65 \cdot 1 = 0,4875$$

$$v = \frac{244 \cdot 6^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} = 59,75 \quad \text{м/хв}$$

Дійсна швидкість різання

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{1000 \cdot \tau \cdot P} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 2}{1000 \cdot 0,002 \cdot 1,5} = 50,24 \quad \text{м/хв}$$

Довжина обробки

$$L = 24 + 2 + 5 = 31$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

**Перехід 30.1.** На токарно-гвинторізному верстаті 16К20 підрізаємо торець пов.1 заготовки  $\varnothing 40$ . Припуск на обробку (на сторону)  $z=2,5$ мм. Матеріал заготовки сталь 45.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав матеріал державки – сталь 45; переріз державки  $16 \times 25$ мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця  $r = 0,8$ мм.

2. Призначаємо глибину різання. Припуск при торцюванні точимо за один прохід (в даному випадку це можливо, тому що припуск незначний). Глибина різання  $t = z = 2,5$ мм.

3. За нормативними таблицями призначаємо подачу в залежності від діаметра заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, характеристик оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 60мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця  $16 \times 25$ мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,5 \dots 0,9$  мм/об. Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізному верстаті 16К20, приймаємо подачу  $S_v=0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

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

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

$C_v$  – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 45 при  $S=0,5 \dots 0,9$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6.

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 76,06 \text{ м/хв.}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n^z = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 76}{\pi \cdot 45} = 537.9 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_8 = 500$  об/хв

7. За прийнятим значенням  $n_8$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi D_{заг} n_8}{1000} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 500}{1000} = 70.65 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_\delta = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{45}{2} = 22.5 \text{ мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;}$$

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1,5$ мм – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 2$ мм – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 22,5 + 2 + 1,5 + 2 = 27 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу  $t_{01} = \frac{L_p}{n_8 S_e} = \frac{27}{500 \cdot 0,5} = 0,1 \text{ хв.}$

**Перехід 30.2.** Точити пов.2 начорно  $\varnothing 25$  к6;  $l = 16$ мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t=0,75$ мм. На чистову обробку залишається  $t=0,25$ мм з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra=2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t=0,1 \dots 0,4$ мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо  $S_g=0,5$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,5^{0,35}} = 77 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 77}{\pi \cdot 45} = 544,9 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_g=500$  об/хв.

7. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{заг} n_g}{1000} = \frac{\pi 45 \cdot 500}{1000} = 70,65 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де  $L_d = 30$ мм – довжина оброблюваної поверхні;  $L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;  $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1$ мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;  $L_3 = 0$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 30 + 2 + 1 = 33 \text{ мм}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{33}{500 \cdot 0,5} = 0,132 \text{ хв.}$$

9. Основний час на виконання переходу

### Перехід 30.3. Точити канавку $\varnothing 25$ ; $l=2$ мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри приймаємо такі як і при торцюванні.

2. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t=0,75$ мм. На чистову обробку залишається  $t=0,25$ мм з умови, що 10 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra=2,5$  і рекомендована глибина різання на чистову обробку  $t=0,6 \dots 1,2$ мм.

3. Вибираємо подачу. Приймаємо  $S_g=0,45$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{150}{120^{0,2} 0,75^{0,15} 0,45^{0,35}} = 78,6 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_{\text{р}} = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 78,6}{\pi \cdot 30} = 834,3 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, м;

6. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше

значення:  $n_g=800$  об/хв.

7. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_g}{1000} = \frac{\pi 30 \cdot 800}{1000} = 75,36 \text{ м/хв.}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

де  $L_0 = 2\text{мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;  $L_1 = 2\text{мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;  $L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45^\circ = 1\text{мм}$  – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;  $L_3 = 0$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні.

$$L_p = 2 + 2 + 1 = 5\text{мм}$$

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_s S_s} = \frac{5}{800 \cdot 0.45} = 0,0138$$

9. Основний час на виконання переходу хв.

**Перехід 30.4.** Точити фаску  $1 \times 45^\circ$ .

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і підчас зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається і приймається як основний час  $t_{04} = 0,2\text{хв.}$

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_0 = \sum_{i=1}^i t_{oi} = 0,65 + 0,1 + 0,08 + 0,2 = 1,03\text{хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 52\text{ мм}$ ;

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2$  – величина врізання інструменту,  $l_2 = 0$ ;

$l_3$  – величина перебігу різця,  $l_3 = 0$ .

$$L = 52 + 2 = 54 \text{ мм}$$

$$t_{04} = \frac{54}{0,5 \cdot 1000} = 0,108 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д4} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$t_1$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 125 мм при автоматичній подачі, за таблицею 26  $t_1 = 0,05$  хв;

$t_2$  – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, за таблицею 26  $t_2 = 0,05$ ;

$t_3$  – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то  $t_3 = 0$ .

$$t_{д4} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0,025 + 0,065 + 0,04 + 0,108 = 0,238 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$T_D = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

$t_y$  – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, за

таблицею 25 при закріпленні у патроні  $t_y = 0,35$  хв.

Тоді

$$T_D = 0,35 \cdot 2 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,1 = 0,95 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_D = 0,238 + 0,95 = 1,188 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

За таблицею 24 час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 2\% T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{пп} = 4\% T_{оп}$ .

$$T_{шт} = 1,188 + (0,02 + 0,04) \cdot 1,188 = 1,26 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

За таблицею 24 час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{пз1} = 10$  хв, час на налагодження оброблення в патроні і центрах  $T_{пз2} = 12$  хв.

$$T_{пз} = 10 + 12 = 22 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,26 + \frac{22}{200} = 1,37 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{1,37} \approx 43 \text{ деталі/год}$$

#### Перехід 40.1. Шліфувати $\varnothing 25k6$

1. Вибираємо круглошліфувальний верстат 3A110С , який дозволяє проводити обробку як методом поздовжніх проходів, так і методом врізання. Заготовку закріплюємо за допомогою центрів і поводка.

2. Вибираємо інструмент для чорнового шліфування при обробці конструкційної незагартованої сталі з зовнішньою поздовжньою подачею

Форму круга вибираємо в залежності від типу верстата, його паспортних даних та класифікації кругів

Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83

3. Знаходимо глибину шліфування  $t$  мм (поперечна подача  $S_{\text{поп}}$ , мм). При зовнішньому шліфуванні сталевої деталі.

4. Розрахуємо поздовжню подачу:

$$S_{\text{позд}} = \beta \cdot B = 0,35 \cdot 25 = 8,75 \text{ мм/об,}$$

де  $\beta = 0,35$  – розрахунковий коефіцієнт

$B = 25$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану поздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки поздовжня подача у верстаті безступінчаста, то її значення має відповідати крайньому граничному значенню з паспортних даних верстата.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

5. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C \cdot D^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 30,3^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,016^1 \cdot 0,35} = 11,39 \text{ м/хв,}$$

де  $C_v$  – коефіцієнт швидкості різання;  $T = 30$  хв – стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n^d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,39}{\pi \cdot 30,3} = 119,8 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3A110С вибираємо ближче менше значення ( $n_e = 100$  об/хв.).

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,05 \text{ м/с,}$$

де  $D_k$  - діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  – кількість обертів шліфувального круга, об/хв (приймається за паспортом верстата).

Швидкість переміщення стола знаходимо за формулою:

$$V_c = \frac{S_{\text{нозд}} \cdot n_d}{1000} = \frac{8,75 \cdot 100}{1000} = 0,875 \text{ м/хв}$$

На використаному верстаті передбачено безступінчасте регулювання швидкості поздовжнього ходу стола в інтервалі 0,03...2,2 м/хв отже приймаємо  $V_c$  2,06 м/хв.

**Основний машинний час** визначимо за формулою:

$$T_o = \frac{2L_p \cdot h}{n_d \cdot S_{\text{нозд}} \cdot B \cdot t} K = \frac{2 \cdot 56,5 \cdot 0,3}{50 \cdot 8,75 \cdot 0,016} = 6,3 \text{ хв,}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L_1 + L_2 + B + L_3 = 24 + 25 + 7,5 = 56,5 \text{ мм}$$

де  $L_1 = 24 \text{ мм}$  - довжина оброблюваної поверхні;  $L_2, L_3 = 0,3 \cdot 25 = 7,5 \text{ мм}$  - довжина перебігу, відповідно, правої і лівої сторони круга до оброблюваної поверхні;  $B = 25 \text{ мм}$ , ширина круга;  $h = 0,3 \text{ мм}$  - припуск на обробку;  $K = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга при чорновому шліфуванні.

### Перехід 40.2. Шліфувати $\varnothing 25k6$

1. Вибираємо круглошліфувальний верстат 3А110С , який дозволяє проводити обробку як методом поздовжніх проходів, так і методом врізання. Заготовку закріплюємо за допомогою центрів і поводка.
2. Вибираємо інструмент для чорнового шліфування при обробці конструкційної незагартованої сталі з зовнішньою поздовжньою подачею

Форму круга вибираємо в залежності від типу верстата, його паспортних даних та класифікації кругів

Круг 1 250×25×32 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83

3. Знаходимо глибину шліфування  $t$  мм (поперечна подача  $S_{\text{поп}}$ , мм). При зовнішньому шліфуванні сталеві деталі.

4. Розрахуємо поздовжню подачу:

$$S_{\text{позд}} = \beta \cdot B = 0,35 \cdot 25 = 8,75 \text{ мм/об,}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

де  $\beta = 0,35$  – розрахунковий коефіцієнт

$B = 25$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану поздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки поздовжня подача у верстаті безступінчаста, то її значення має відповідати крайньому граничному значенню з паспортних даних верстата.

5. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C \cdot D^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 40,3^{0,1}}{30^{0,5} \cdot 0,016^1 \cdot 0,35} = 27,2 \text{ м/хв},$$

де  $C_v$  – коефіцієнт швидкості різання;  $T = 30$  хв – стійкість шліфувального круга.

5. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 27,2}{\pi \cdot 40,3} = 215,02 \text{ об/хв}.$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3А110С вибираємо ближче менше значення ( $n_g = 150$  об/хв.).

6. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,05 \text{ м/с},$$

де  $D_k$  – діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  – кількість обертів шліфувального круга, об/хв (приймається за паспортом верстата).

Швидкість переміщення стола знаходимо за формулою:

$$V_c = \frac{S_{нозд} \cdot n_d}{1000} = \frac{8,75 \cdot 150}{1000} = 1,3 \text{ м/хв}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

На використаному верстаті передбачено безступінчасте регулювання швидкості поздовжнього ходу стола в інтервалі 0,03...2,2 м/хв отже приймаємо  $V_c$  2,06 м/хв.

**Основний машинний час** визначимо за формулою:

$$T_o = \frac{2L_p \cdot h}{n_d \cdot S_{\text{позд}} \cdot B \cdot t} K = \frac{2 \cdot 84,5 \cdot 0,3}{150 \cdot 8,75 \cdot 0,016} 1,3 = 3,1 \text{ хв,}$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L_1 + L_2 + B + L_3 = 52 + 25 + 7,5 = 84,5 \text{ мм}$$

де  $L_1 = 52$  мм - довжина оброблюваної поверхні;  $L_2, L_3 = 0,3 \cdot 25 = 7,5$  мм - довжина перебігу, відповідно, правої і лівої сторони круга до оброблюваної поверхні;  $B = 25$  мм, ширина круга;  $h = 0,3$  мм - припуск на обробку;  $K = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга при чорновому шліфуванні.

### Перехід 60.1. Фрезерувати шпонковий паз 8N9.

Глибина фрезерування

$$t = 4 \text{ мм}$$

Рекомендовані подачі при фрезеруванні шпонкових пазів 0,03-0,05 мм/зуб.

Приймаємо  $s_z = 0,05$  мм/зуб.

Для визначення швидкості різання з таблиці 28 для кінцевих фрез при фрезеруванні шпонкових пазів вибираємо залежність

$$V = \frac{53 D \Phi^{0,45}}{T^{0,33} t^{0,5} S_z^{0,5} B^{0,1} Z^{0,1}}$$

За таблицею 35 період стійкості фрези  $T = 60$  хв.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Тоді

$$V = \frac{53 \cdot 10^{0,45}}{60^{0,35} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 10^{0,1} \cdot 1,5^{0,1}} = 49 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 49}{3,14 \cdot 10} = 1560 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 1000$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi D_{\phi} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_{XB} = S_{об} \cdot n_B = S_z \cdot z \cdot n_B = 0,05 \cdot 5 \cdot 1000 = 250 \text{ мм/хв}$$

Приймаємо хвилинну подачу  $S_{XB} = 250$  мм/хв.

Основний час на виконання операції

$$t_{01} = \frac{L}{S_{XB}}$$

$$L = l + l_1 + l_2$$

$l$  – довжина оброблюваної поверхні,  $l = 30$  мм;

$l_1$  – добавка на перехід інструменту з робочою подачею до моменту різання,  $l_1 = 0$  мм;

$l_2$  – додаток на врізання і перебіг фрези  $l_2 = 0$  мм.

$$L = 30 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{30}{250} = 0,12 \text{ хв}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, при автоматичному переміщенні, з автоматичним переміщенням стола довжиною до 750 мм, при фрезеруванні пазів фрезою, установленою на розмір, за таблицею 38  $t_{д1} = 0,06$  хв.

Основний час на виконання операції

$$T_0 = t_{01} = 0,12 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + t_д$$

Допоміжний час на установлення і зняття деталі

$$t_y = t_{y1} + t_{y2}$$

$t_{y1}$  – допоміжний час безпосередньо на установлення і зняття деталі, за таблицею 37  $t_{y1} = 0,41$  хв.

$t_{y2}$  – допоміжний час на очищення місця установлення від стружки, за таблицею 37  $t_{y2} = 0,1$  хв.

$$t_y = 0,41 + 0,1 = 0,51 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + t_д = 0,51 + 0,06 = 0,57 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_д = 0,15 + 0,57 = 0,72 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |



$$V = \frac{53 \cdot 10^{0,45}}{600,35 \cdot 50,5 \cdot 0,050,5 \cdot 100,1 \cdot 50,1} = 49 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 49}{3,14 \cdot 10} = 1560 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_B = 1000$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi D_{\phi} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_{XB} = S_{об} \cdot n_B = S_z \cdot z \cdot n_B = 0,05 \cdot 5 \cdot 1000 = 250 \text{ мм/хв}$$

Приймаємо хвилинну подачу  $S_{XB} = 250$  мм/хв.

Основний час на виконання операції

$$t_{01} = \frac{L}{S_{XB}}$$

$$L = l + l_1 + l_2$$

$l$  – довжина оброблюваної поверхні,  $l = 30$  мм;

$l_1$  – добавка на перехід інструменту з робочою подачею до моменту різання,  $l_1 = 0$  мм;  $l_2$  – додаток на врізання і перебіг фрези  $l_2 = 0$  мм.

$$L = 30 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{30}{250} = 0,12 \text{ хв}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, при автоматичному переміщенні, з автоматичним переміщенням стола довжиною до 750 мм, при

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

фрезеруванні пазів фрезою, установленою на розмір, за таблицею 38  $t_{д1} = 0,06$  хв.

Основний час на виконання операції

$$T_0 = t_{01} = 0,12 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + t_д$$

Допоміжний час на установлення і зняття деталі

$$t_y = t_{y1} + t_{y2}$$

$t_{y1}$  – допоміжний час безпосередньо на установлення і зняття деталі, за таблицею 37  $t_{y1} = 0,41$  хв.

$t_{y2}$  – допоміжний час на очищення місця установлення від стружки, за таблицею 37  $t_{y2} = 0,1$  хв.

$$t_y = 0,41 + 0,1 = 0,51 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + t_д = 0,51 + 0,06 = 0,57 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_д = 0,15 + 0,57 = 0,72 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

За таблицею 36 час на обслуговування робочого місця  $T_{об} = 4\% T_{оп}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{пп} = 6\% T_{оп}$ .

$$T_{шт} = 0,72 + (0,04 + 0,07) \cdot 0,72 = 0,8 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз3}$$

За таблицею 36 час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{пз1} = 7$  хв, час на налагодження установки деталі у спец пристрої вручну  $T_{пз2} = 14$  хв, час на установлення фрез  $T_{пз3} = 2$  хв.

$$T_{пз} = 7 + 14 + 2 = 23 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 0,8 + \frac{23}{200} = 0,915 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{0,915} = 65 \text{ деталей/год}$$

## 7. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ

### Монтаж вакуум-камери

Виробничий процес монтажу обладнання це сукупність операцій, в результаті яких вихідні вироби машинобудування перетворюються в змонтований агрегат. Виробничий процес монтажу полягає в установці на фундамент (або без нього) та мотор-редуктора. Вакуум-камера надходить на монтаж в зібраному вигляді. Вона встановлюється на попередньо підготовленому фундаменті і прикріплюється гайками з шайбою до анкерних болтів. Потім на спеціальному фундаменті встановлюють мотор-редуктор. Перед пуском машини перевіряють затяжку болтових з'єднань: приводу мотор-редуктора, контролюють міцність кріплення підшипників; змащують всі необхідні органи машини; встановлюють огороження приводу і надійно його

|           |      |            |        |      |   |             |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|---|-------------|------|----------|
|           |      |            |        |      | ДП.87.00.ПЗ                                   |             |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата |   |             |      |          |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      | <b>Монтаж,<br/>експлуатація та<br/>ремонт</b> | Літер.      | Арк. | Аркушів. |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |   |             | 1    | 1        |
| Реценз.   |      |            |        |      |   | НУХТ ОХ-4-3 |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |   |             |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      |   |             |      |          |

кріплять; перевіряють натяг приводних механізмів приводу барабану. Потім вручну перевіряють, чи вільно обертаються барабан. Потім включають машину на холостому ходу, короткочасно натискаючи на кнопку "Пуск". При роботі машини не повинно бути стукоту, вібрації. При підключенні мотор-редуктора необхідно перевірити напрямок обертання барабана. Потім машину короткочасно прокручують і в разі її нормальної роботи ставлять на обкатку без навантаження протягом 2-3 годин. Після пробного пуску та усунення помічених недоліків приступають до експлуатації.

### Експлуатація вакуум-камери

Правила технічної експлуатації вакуум-камери включають: забезпечення зовнішніх умов його роботи (відповідність приміщень, чистота, температура, вологість, чистота повітря та інше).

Основні правила експлуатації вакуум-камери:

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

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

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Робітник (оператор) повинен знати конструкцію і взаємодію основних механізмів машин, вміти їх регулювати, виконувати дрібний ремонт, підтримувати в належному стані робоче місце. Від знання і виконання правил експлуатації обладнання кожним робітником, залежить технічний стан камери. Догляд за камерою має найважливіше значення для збереження його працездатності. При належному догляді можна значно збільшити термін служби агрегату до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник зобов'язаний оглянути агрегат і перевірити його робочий стан, оглянути місця змащування, наявність в них мастила. При виявленні будь-яких пошкоджень або несправностей робітник доповідає про це майстру. На протязі робочої зміни необхідно виконувати змащення всіх місць, указаних картою змащення даного агрегату, і маслом, вказаним в інструкції. При централізованому змащенні необхідно слідкувати за тим, щоб масляний резервуар завжди був заповнений мастилом.

### 7.3. Ремонт вакуум-камери

Під час роботи вакуум-камери треба слідкувати за характером роботи агрегату. Потрібно слідкувати за температурою підшипників. При появі стороннього шуму в працюючому механізмі необхідно зупинити машину і провести необхідне регулювання. При дрібних пошкодженнях, що не викликають простою, потрібно швидко замінити пошкоджену деталь. Ремонт та технічне обслуговування полягає у комплексі операцій по підтримці працездатності або справності обладнання при його експлуатації за призначенням, зберіганні та транспортуванні. Технічне обслуговування обладнання під час його використання за призначенням виконується відповідно до інструкції по експлуатації, розробленої заводом-виробником. У комплекс робіт по ремонту та технічному обслуговуванню камери, що знаходиться в експлуатації, входять: технічний огляд, а вразі виявлення несправності, її ремонт. Технічний догляд, що включає роботи по дотриманню

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |



електромережі, сітки технологічних комунікацій, від'єднують привід, спорожняють мастило з резервуарів системи мащення. На силовому шиті електроживлення вивішують табличку: «Не вмикати - працюють люди».

Основні правила розбирання вакуум-камери:

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

### Вступ

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України. Інші статті встановлюють право громадян на соціальний захист, що включає право забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності(ст..46); охорону здоров'я , медичну допомогу та медичне страхування(ст..49) ; право знати свої права та обов'язки(ст..57) та інші загальні права громадян, в тому числі, право на охорону праці.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці» він а також «Кодекс законів про охорону праці» були прийняті 14 жовтня 1992 року. З 2002 діє новий Закон України «Про охорону праці» з внесеними до нього поправками та корективами, метою яких є врегулювання та встановлення відповідних умов праці персоналу.

|           |      |            |        |      |                      |        |      |          |
|-----------|------|------------|--------|------|----------------------|--------|------|----------|
|           |      |            |        |      | ДП.87.00.ПЗ          |        |      |          |
| Змн.      | Лист | № докум.   | Підпис | Дата | <b>Охорона праці</b> | Літер. | Арк. | Аркушів. |
| Розроб.   |      | Лапко М.С. |        |      |                      |        | 1    | 1        |
| Перевір.  |      | Десик М.Г. |        |      |                      |        |      |          |
| Реценз.   |      |            |        |      |                      |        |      |          |
| Н. Контр. |      |            |        |      |                      |        |      |          |
| Затверд.  |      |            |        |      | НУХТ ОХ-4-3          |        |      |          |

Основні положення організації охорони праці на виробництві

Закон « Про охорону праці» зобов'язує роботодавця створити на кожному робочому місці , в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

### Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

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

В відділенні працює оператор вакуум - камери – 1 чол.

Вакуум-камера для охолодження (Рис.8.1.)привідний вал -1, підшипниковий вузол - 2, приймальна воронка - 3, вихідна воронка – 4, робоча камера-5, гумовий ущільнювач - 6, патрубки вакуум-системи -7

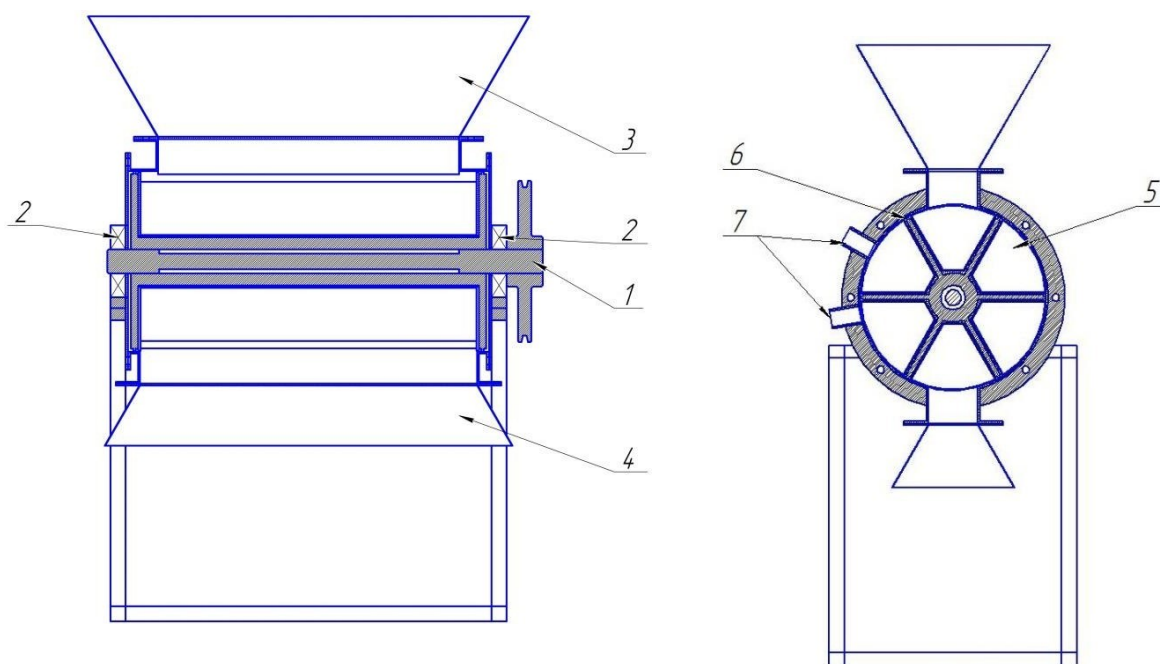


Рис 8.1. Схема вакуум-камери

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП.87.00.ПЗ

Арк.

На схемі позначені можливі фактори впливу на людину:

E(1) - ураження струмом через електроприлади

Ш(1,5) - шум

B(2,6) - вібрація

### Метеорологічні умови

Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: температури, швидкості руху і відносної вологості. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату.

Допустимі норми мікроклімату подані в таблиці.

Таблиця 8.1.

| Професія               | Категорія за важкістю робіт | Температура, °C<br>на робочих місцях |             |               |             | Відносна вологість φ, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|-------------------------|-----------------------------|
|                        |                             | Верхня границя                       |             | Нижня границя |             |                         |                             |
|                        |                             | постійних                            | непостійних | постійних     | непостійних |                         |                             |
| Оператор вакуум-камери | Па                          | Холодна пора року                    |             |               |             |                         |                             |
|                        |                             | 25                                   | 26          | 22            | 20          | 75                      | Не більше 0,3               |
|                        |                             | Тепла пора року                      |             |               |             |                         |                             |
|                        |                             | 26                                   | 28          | 25            | 22          | 65(при 26°C)            | 0,2-0,4                     |

|      |      |          |        |      |             |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |  |      |

Нормовані параметри мікроклімату встановлюються з урахуванням наявних теплонадлишків залежно від періоду року і категорії робіт за енерговитратами.

У виробничих приміщеннях передбачено вологе прибирання.

### Загазованість

Під час роботи вакуум-камери, а саме під час досушування і охолодження виробів крізь вихідний отвор камери виділяється деяка кількість водяної пари, але концентрація її незначна, тому загазованість не нормується.

### Запиленість

Під час роботи вакуум-камери в повітря пил не потрапляє.

### Шум

Шум в цеху дільниці не перевищує нормативний.

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

Допустимі норми шуму для вибраних професій подано в таблиці

Таблиця 8.2.

| №<br>п/п | Робочі місця              | Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами (Гц) |        |    |    |     |     |     |     |     | Ріве<br>нь<br>звук<br>у, дБ |
|----------|---------------------------|--|--------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|
|          |                           | 31,5   | 6      | 12 | 25 | 500 | 100 | 200 | 400 | 800 |                             |
| 1        | Оператор<br>вакуум-камери | 100  | 9<br>5 | 90 | 84 | 79  | 78  | 75  | 74  | 72  | 80                          |

|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ |  |  |  |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |  |  |  |  |      |

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

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на без ударні;
- звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змазка ударних деталей в'язкими рідинами.

## **Вібрація**

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

ГОСТ 12.1012-90.ССТБ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

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.

## **Випромінювання**

Вакуум-камера не являється джерелом будь-якого випромінювання.

## **Освітлення**

На території дільниці з вакуум-камерою застосовується два види освітлення – природне (комбіноване) і штучне. Освітлення відповідає вимогам СНиП II-4-79.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Природне освітлення забезпечується через великі вікна. З часом через забрудненість і запиленість скла ефективність природного освітлення знижується до 25...35%. Також велике значення для природного освітлення мають чистота і кольорове оздоблення стін та стелі приміщення. Тому необхідно не рідше, як два рази на рік очищати скло і один раз на рік білити стіни і стелю.

Штучне освітлення утворюється штучними джерелами світла і розподіляється на робоче, аварійне та охоронне. Типи світильників вибрані у відповідності з характеристикою і призначенням приміщень. Розміщення світильників рівномірне по всій площині цеху. Очищення світильників повинен робити електрик 1 раз на місяць. Контроль за освітленістю потрібно проводити не рідше ніж один раз на три місяці. Включення загальної системи - централізоване. Штучне освітлення представлене люмінесцентними лампами, які встановлені поблизу робочих місць.

Люмінесцентне освітлення цеху 200 лк.

На території дільниці передбачено аварійне освітлення. Воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак ПУЕ. Норма аварійного освітлення 75 лк.

Для проведення ремонтних робіт проведено мережу ремонтного освітлення. Мережа ремонтного освітлення працює при напрузі 36 В. Живлення здійснюється від понижуючих трансформаторів.

Для оператора вакуум-камери наводимо норми штучного освітлення робочого місця.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Таблиця 8.3.

| Професія                 | Точність зорової роботи | Розряд зорової роботи | Підрозряд зорової роботи | Освітленість, лк                 |                               |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
|                          |                         |                       |                          | Комбінована: Газорозрядні лампи. | Загальна: Газорозрядні лампи. |
|                          |                         |                       |                          | Лампи розжарювання               | Лампи розжарювання            |
| Оператор з вакуум-камера | Малої точності          | V                     | в                        | 400                              | 200/150                       |

## Електробезпека

Дільниця вакуум-камери по небезпеці ураження людини електричним струмом та залежно від стану виробничого середовища за "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ) відноситься до категорії з підвищеною небезпекою.

Відповідно проводиться вибір типу і виконання електрообладнання та параметри його роботи.

Основними заходами електробезпеки є

- недоступність основних струмоведучих частин;
- заземлення всіх неструмоведучих елементів електрообладнання;
- швидкодіюче автоматично-захисне відключення у разі замикання на

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;

- захисне розділення мережі;
- блокувально-попереджувальна сигналізація з написами і плакатами;
- використання захисних засобів і пристроїв;

▪ проведення ППР та профілактичних випробувань електричного обладнання;

▪ проведення організаційних мір по підприємстві (навчання, інструктажі, атестація);

▪ ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Одним із основних засобів захисту від блискавки є блискавковідводи, які містяться на даху, сприймають удар блискавки і відводять струм блискавки в землю.

### **Пожежна безпека**

1. Територія ділянки де розміщена вакуум-камера, що входить до складу цеху по виробництву галет, по вибухо-пожежній безпеці відноситься до категорії “В” згідно з нормами технологічного проектування ОНТП 24-86.

2. Ступінь вогнестійкості будівлі для основних цехів не повинен бути нижче III згідно зі СНиП 2.01.02-85.

3. Згідно з ПУЕ клас приміщення та зони вибухо-пожежної небезпеки - В-Па.

4. Для своєчасного оповіщення про пожежу в цеху передбачена автоматична пожежна сигналізація. В якості автоматичних оповіщувачів прийняті теплові пожежні оповіщувачі ДСП-038. Для ліквідації пожежі в цеху є первинні засоби пожежогасіння. Це пожежні стволи разом з пожежними рукавами, внутрішні пожежні трубопроводи, вогнегасники, лопати, відра,

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

сухий пісок, азбестові ковдри, а також інструменти для розбирання будівельних конструкцій.

5. Розрахунок необхідної кількості води для трьох часового пожежогасіння.

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, [M^3] \quad (8.1)$$

де: 3600 та 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно години в секунди і літрів в м<sup>3</sup>.

n<sub>1</sub>– витрата води на внутрішнє пожежогасіння, (n<sub>1</sub>=5 л/с);

n<sub>2</sub>– витрата води на зовнішнє пожежогасіння (n<sub>2</sub>=30 л/с), виходячи з того що відділення пожежонебезпекою відноситься до категорії “Б”, ступінь вогнестійкості- “ІІІ”, та об`єм приміщення рівний

$$V_{\text{пр}}=L \cdot S \cdot H \quad (8.2)$$

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

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

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 20)}{1000} = 270 [M^3]$$

Приймаємо об`єм резервуара з водою 300 м<sup>3</sup>.

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

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП.87.00.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Пропозиції щодо покращення умов праці

1. Передбачити додаткові огорожі біля небезпечних рухомих частин обладнання.
2. Впровадження технічних засобів захисту від ураження електрострумом.
3. Впровадження централізованого контролю, систем колективного захисту, дозволить зменшити причини виникнення будь-яких травматичних ситуацій на виробництві.
4. Забезпечення оптимального мікроклімату приміщення, за допомогою введення додаткових систем кондиціювання в цеху.
5. Організація кабінетів по техніці безпеки, лабораторій та проведення щоквартальних занять з персоналом по профілактиці техніки безпеки

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## Висновки

Отже, у даному дипломному проекті розроблено вакуум-камеру для досушування та охолодження галет. Даний агрегат дає змогу значно зменшити виробничі площі та механізувати роботу. За допомогою вакуум-камери, можна звести в одну пекарну камеру процес випічки-сушки, та прискорити процес сушки, що дає змогу створити компактну та функціональну лінію з мінімальними затратами електроенергії . Таким чином результат полягає у заміні печі для сушки на вакуум-камери для охолодження галет, при цьому значно скоротивши габарити лінії, і прискоренні всього процесу виробництва галет.

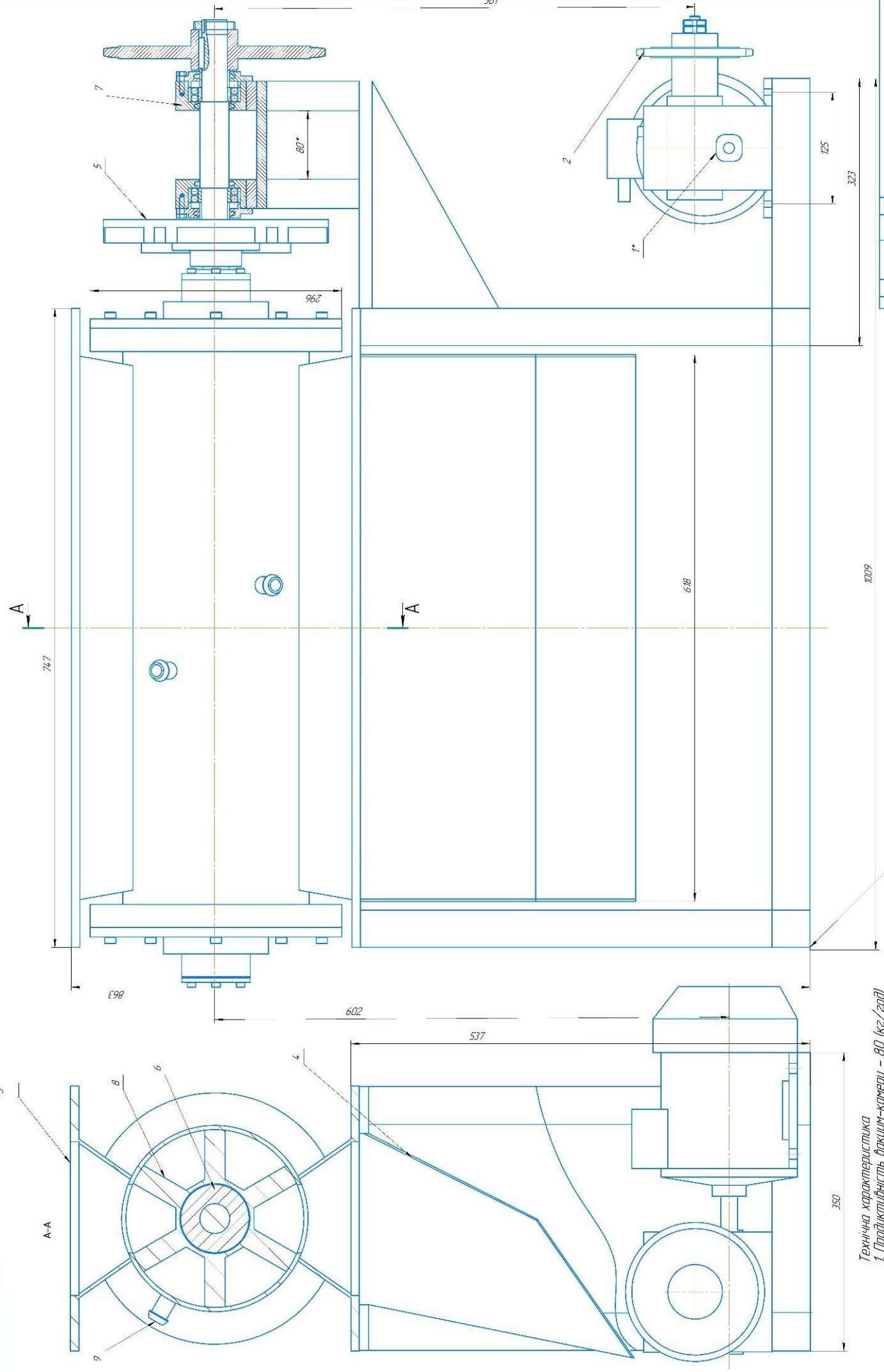
Однією з переваг камери є розрідження за допомогою якого проводиться процес досушування і паралельно охолодження галети.

У дипломному проекті виконані розрахунки, які підтверджують доцільність та працездатність вакуум-камери. Даний агрегат покращує властивості та якість галет і дозволить прискорити виробництво на 16%, також допоможе скоротити витрати енергії на 25%.

Таким чином вакуум-камера, має ряд переваг, що дає можливість впровадження її в виробництво.

|             |             |                 |               |             |                    |             |                 |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------|
|             |             |                 |               |             | <b>ДП.87.00.ПЗ</b> |             |                 |
| <b>Змн.</b> | <b>Лист</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Підпис</b> | <b>Дата</b> | <b>Висновок</b>    |             |                 |
| Розроб.     |             | Лапко М.С.      |               |             |                    |             |                 |
| Перевір.    |             | Десик М.Г.      |               |             |                    |             |                 |
| Реценз.     |             |                 |               |             |                    |             |                 |
| Н. Контр.   |             |                 |               |             |                    |             |                 |
| Затверд.    |             |                 |               |             | <b>НУХТ ОХ-4-3</b> |             |                 |
|             |             |                 |               |             | <b>Літер.</b>      | <b>Арк.</b> | <b>Аркушів.</b> |
|             |             |                 |               |             |                    | 1           | 1               |

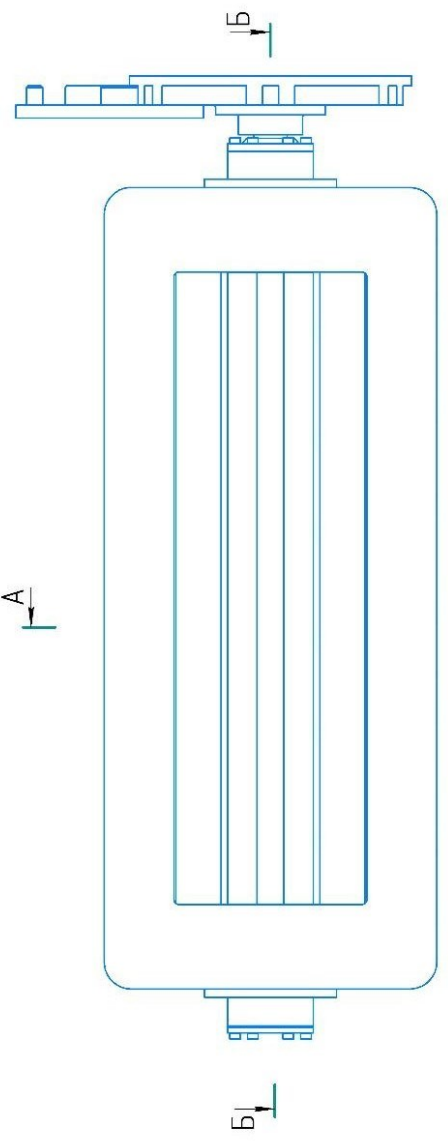
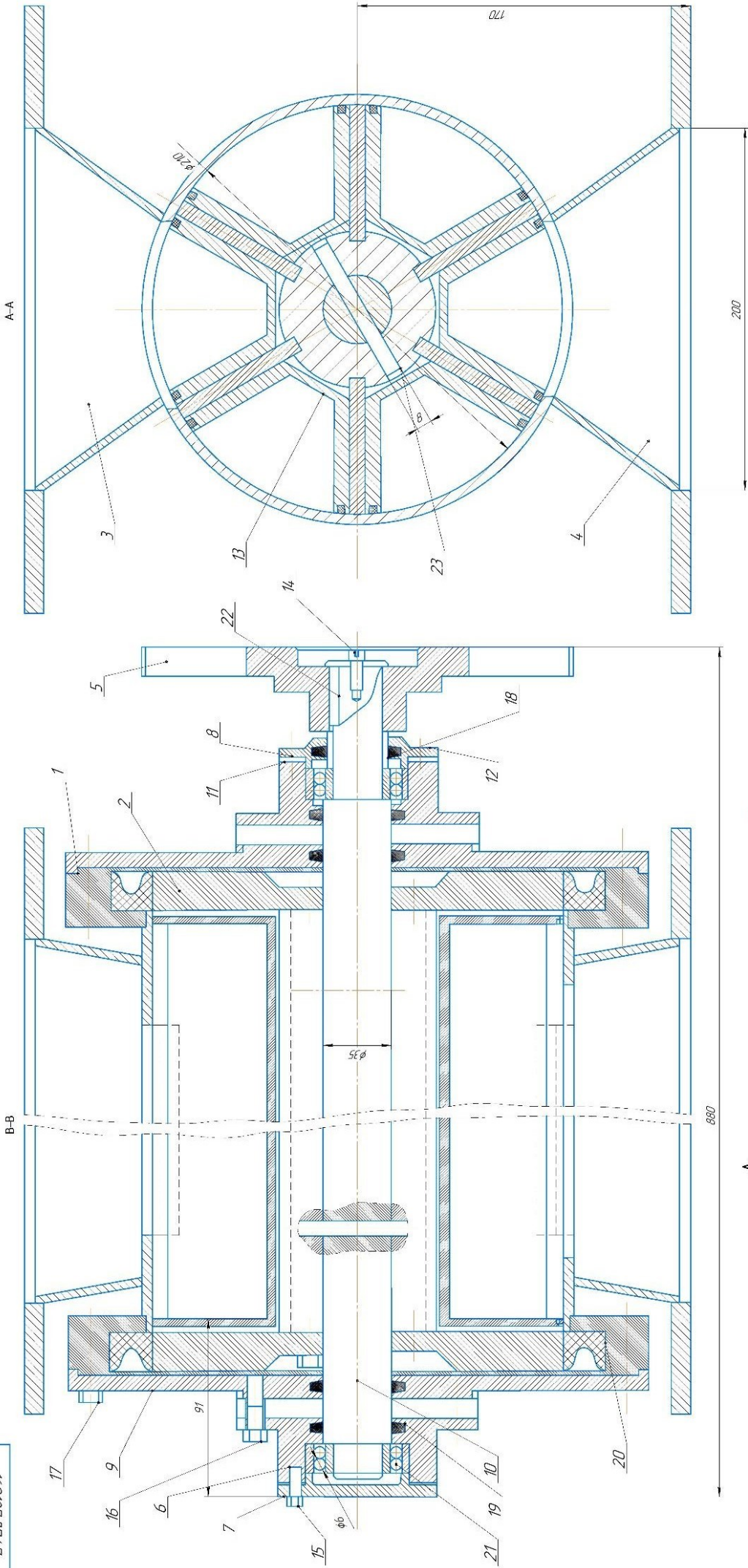




Технічна характеристика  
 1. Продуктивність вакуум-камери – 80 (кг/год)  
 2. Габаритні розміри:  
 Ширина 310 (мм)  
 Довжина 1009 (мм)  
 Висота 863 (мм)

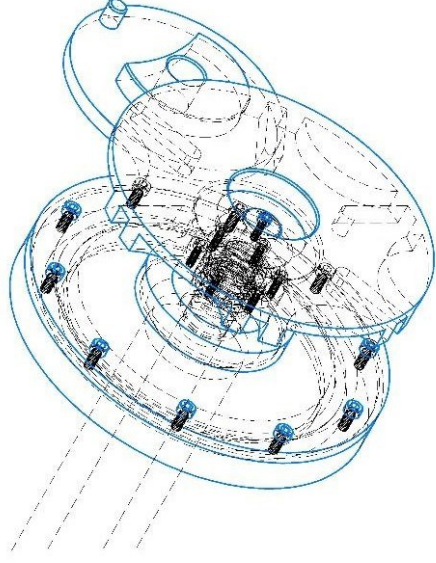
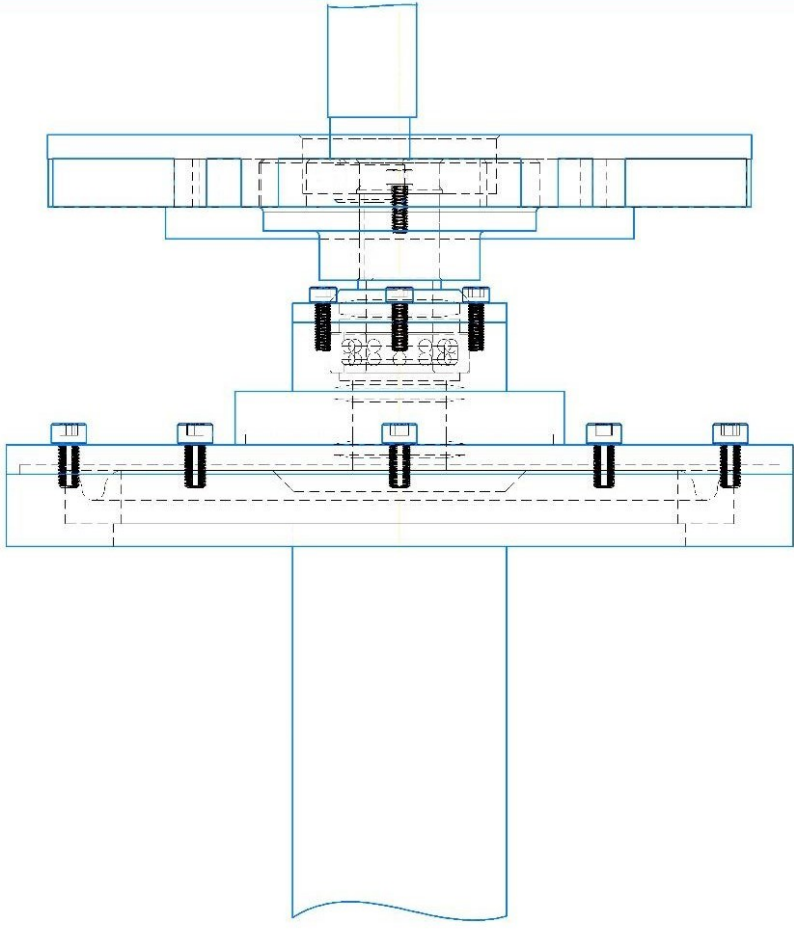
|               |  |                               |  |             |  |
|---------------|--|-------------------------------|--|-------------|--|
| Відомості     |  | Лист                          |  | Листів      |  |
| № документа   |  | 1                             |  | 12          |  |
| Код документа |  | 176                           |  | 1           |  |
| Назва         |  | Вакуум-камера загального виду |  | НУХТ ОХ-4-3 |  |
| Масштаб       |  | 1:1                           |  | 1:1         |  |
| Матеріал      |  | Сталь                         |  | Сталь       |  |

160187.01.1.7

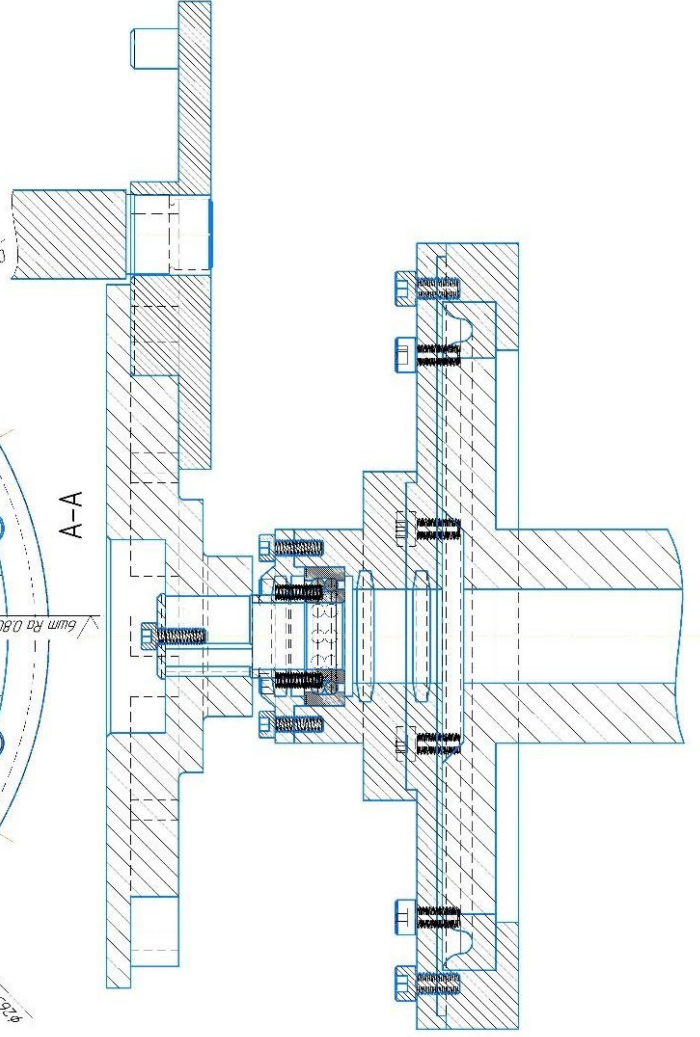
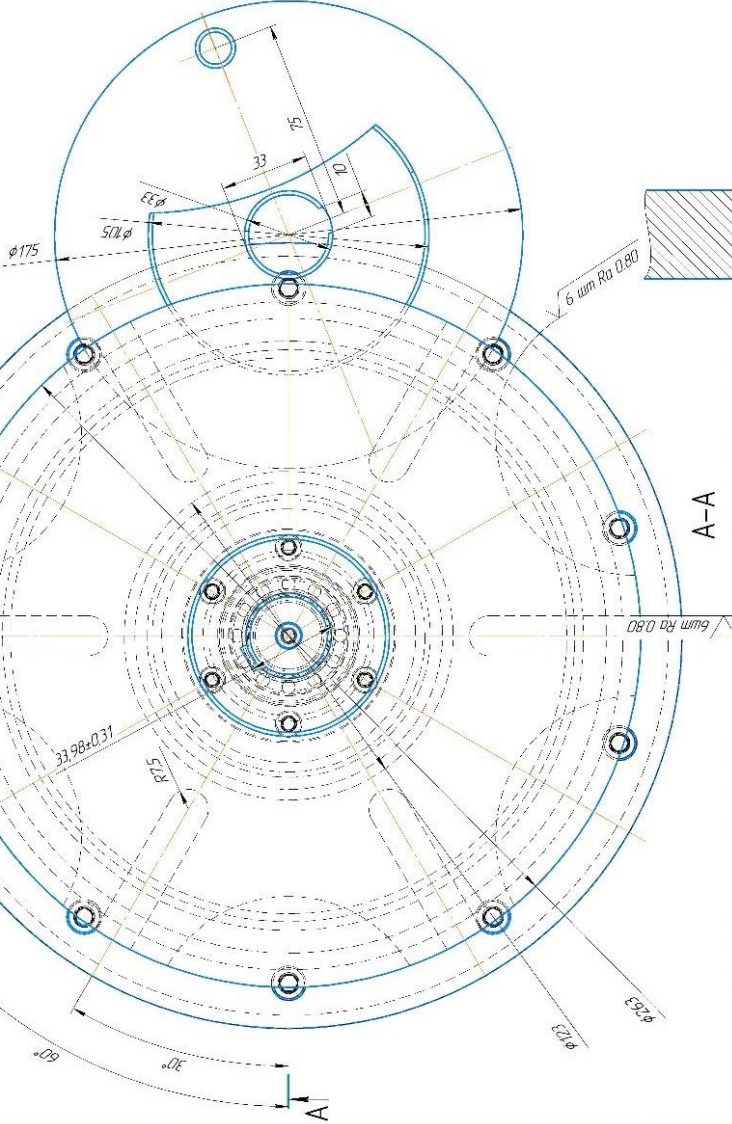


|               |          |       |        |       |             |
|---------------|----------|-------|--------|-------|-------------|
| 160187.01.1.7 |          |       |        | Масса | Качество    |
| Лист          | № докум. | Листы | Листов | 2     | 776.94      |
| Вакuum камера |          |       | разрiт | 1     | НУХТ ОУ-4-3 |
| Дизайнер      | № докум. | Листы | Листов |       |             |
| Инженер       | № докум. | Листы | Листов |       |             |
| Проверщик     | № докум. | Листы | Листов |       |             |
| НУХТ ОУ-4-3   |          |       |        |       |             |

160187.01.1.7



A

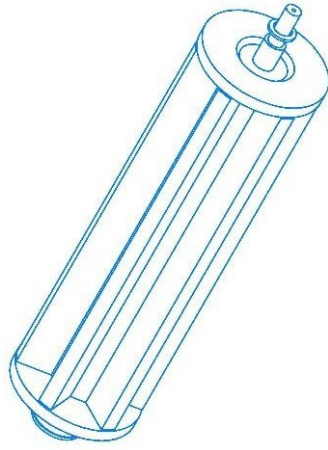
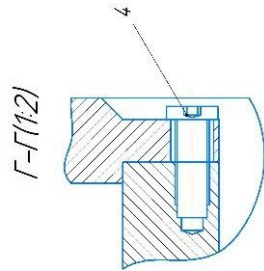
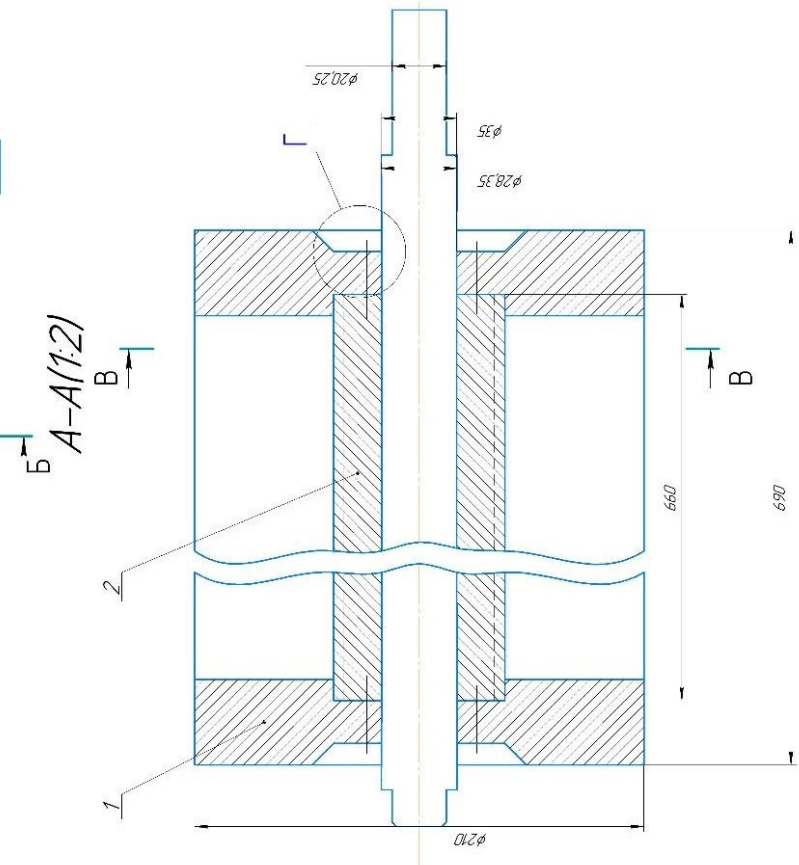
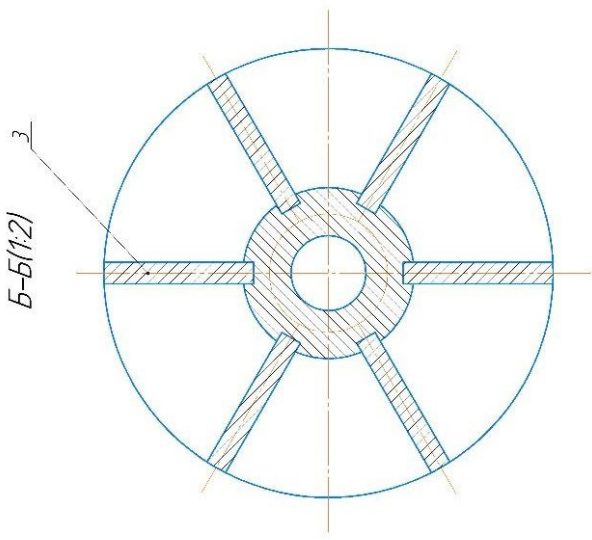
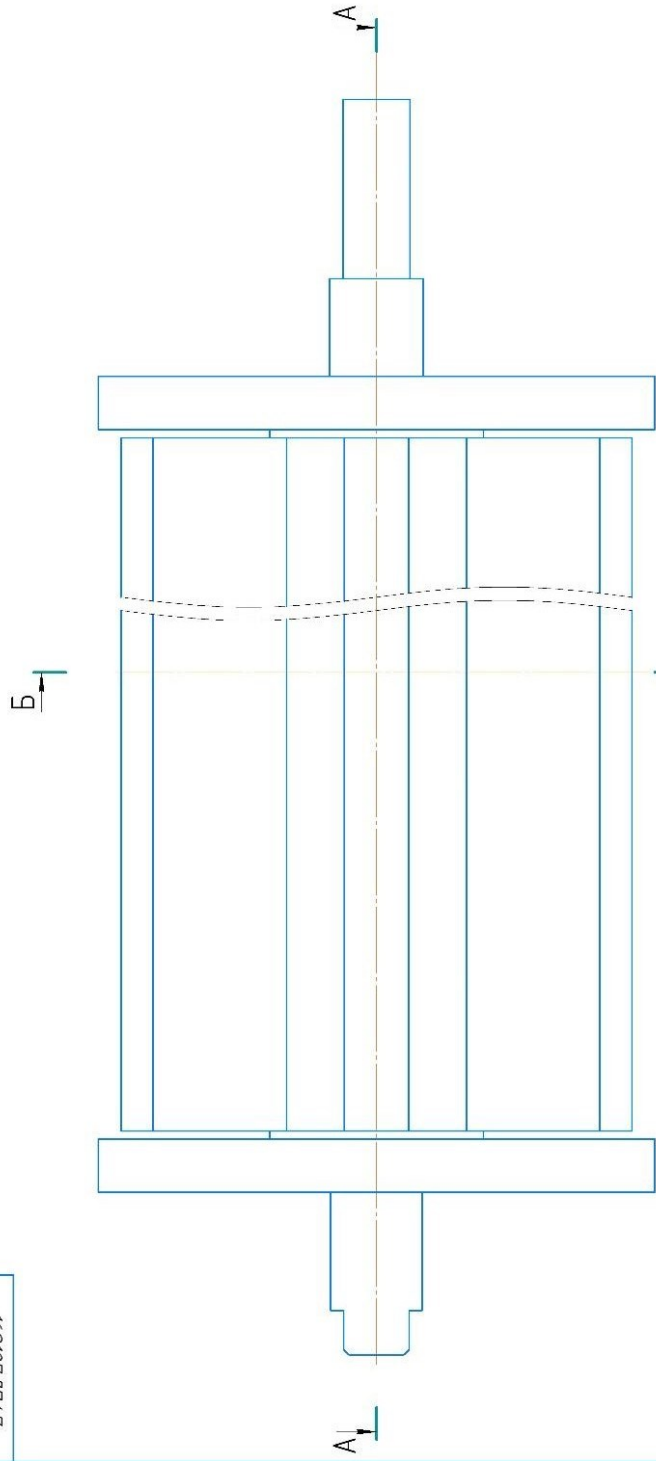


|                    |               |
|--------------------|---------------|
| № чертежа          | 160178.01.4.7 |
| № документа        | 160178.01.4.7 |
| № детали           | 160178.01.4.7 |
| № материала        | 160178.01.4.7 |
| № изделия          | 160178.01.4.7 |
| № сборки           | 160178.01.4.7 |
| № материала сборки | 160178.01.4.7 |
| № детали сборки    | 160178.01.4.7 |
| № материала детали | 160178.01.4.7 |
| № детали           | 160178.01.4.7 |
| № материала детали | 160178.01.4.7 |

160178.01.4.7

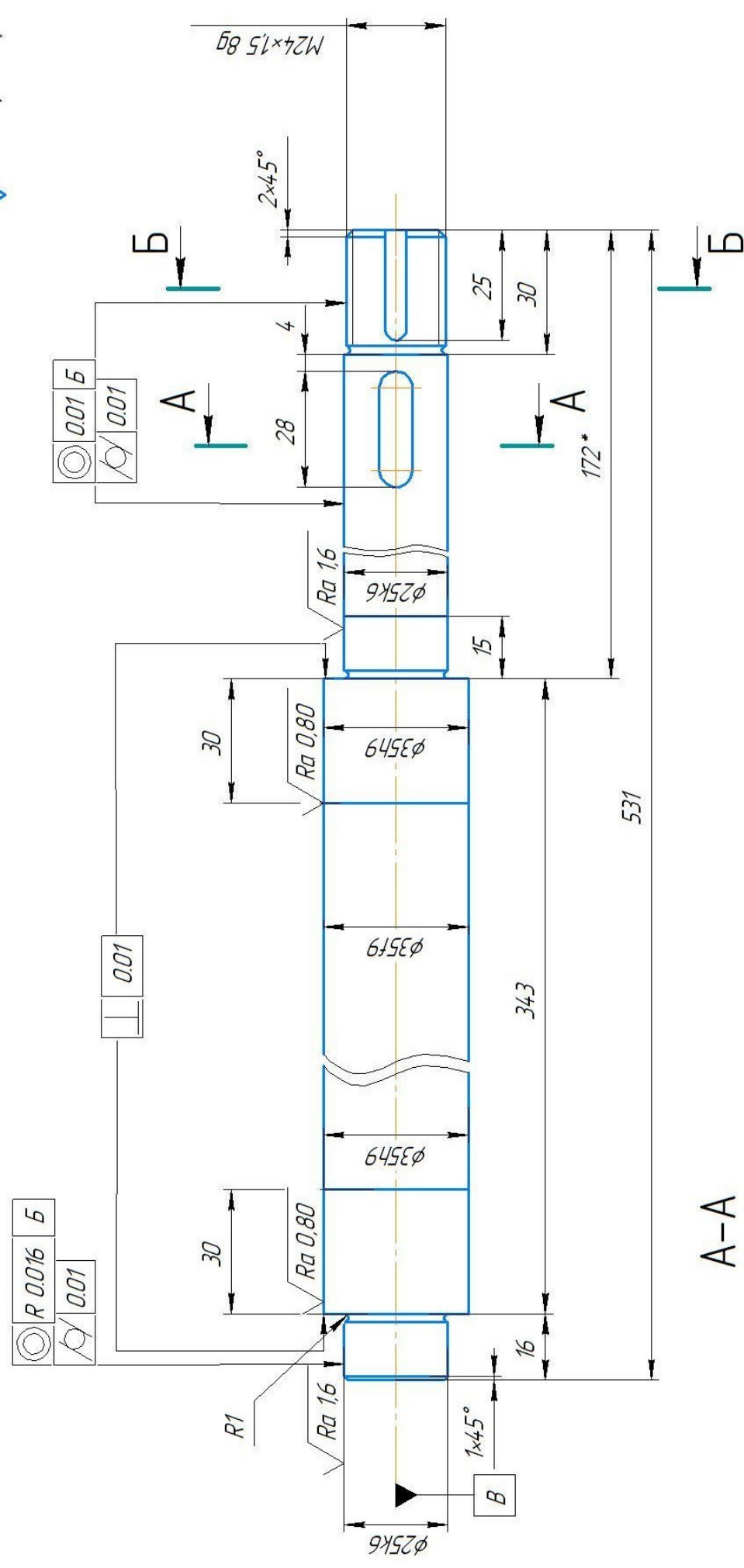
|                    |               |
|--------------------|---------------|
| № документа        | 160178.01.4.7 |
| № детали           | 160178.01.4.7 |
| № материала        | 160178.01.4.7 |
| № изделия          | 160178.01.4.7 |
| № сборки           | 160178.01.4.7 |
| № материала сборки | 160178.01.4.7 |
| № детали сборки    | 160178.01.4.7 |
| № материала детали | 160178.01.4.7 |
| № детали           | 160178.01.4.7 |
| № материала детали | 160178.01.4.7 |

МОНТАЖНЫЙ ЧЕРТЕЖ

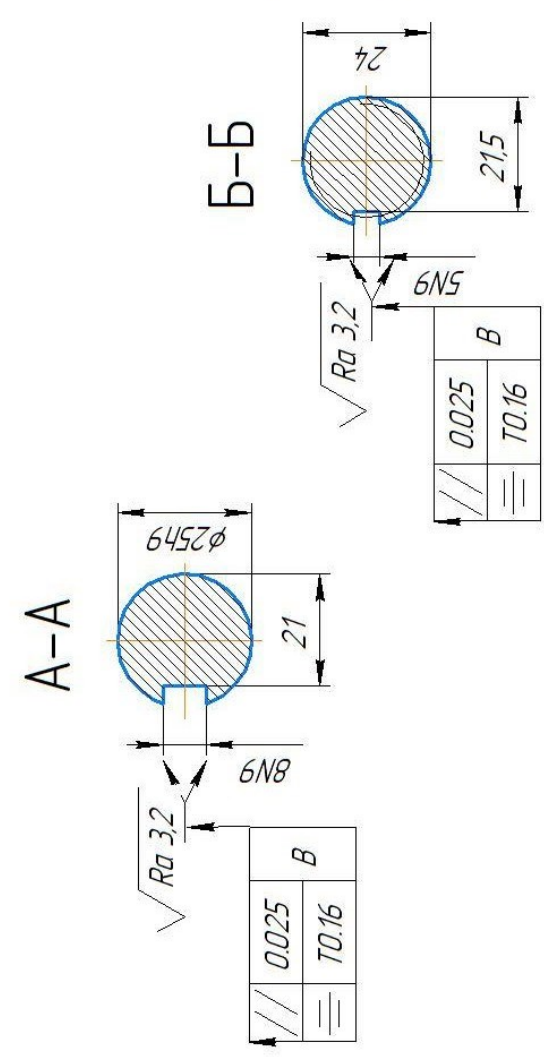


|                    |          |           |               |
|--------------------|----------|-----------|---------------|
| 160187.0114.7      |          | Лист      | Кол-во листов |
| Ротор              | № докум. | Лист      | Итого         |
| Складные кресления | 176      | 4         | 11            |
| НУХТ ОХ-4-3        | Листов   | 1         |               |
| Исполнитель        | Проверен | Утвержден | Дата          |

√ Ra 6,3 (√)



- 1.\*Размер для доводак.
- 2.Неказані граничні відхилення розмірів: H14, h14, +IT/2
- 3.HRC3 30...35



| Изн. Лист | № док.и.    | Подп. | Дата | Лист | Масса | Масштаб |
|-----------|-------------|-------|------|------|-------|---------|
| Разр.и.   | Листка М.С. |       |      |      | 3,1   | 1:1     |
| Проб.     | Листок М.Г. |       |      | Лист |       | 1       |
| Т.контр.  |             |       |      |      |       |         |
| Н.контр.  |             |       |      |      |       |         |
| Утв.      |             |       |      |      |       |         |

**Вал**

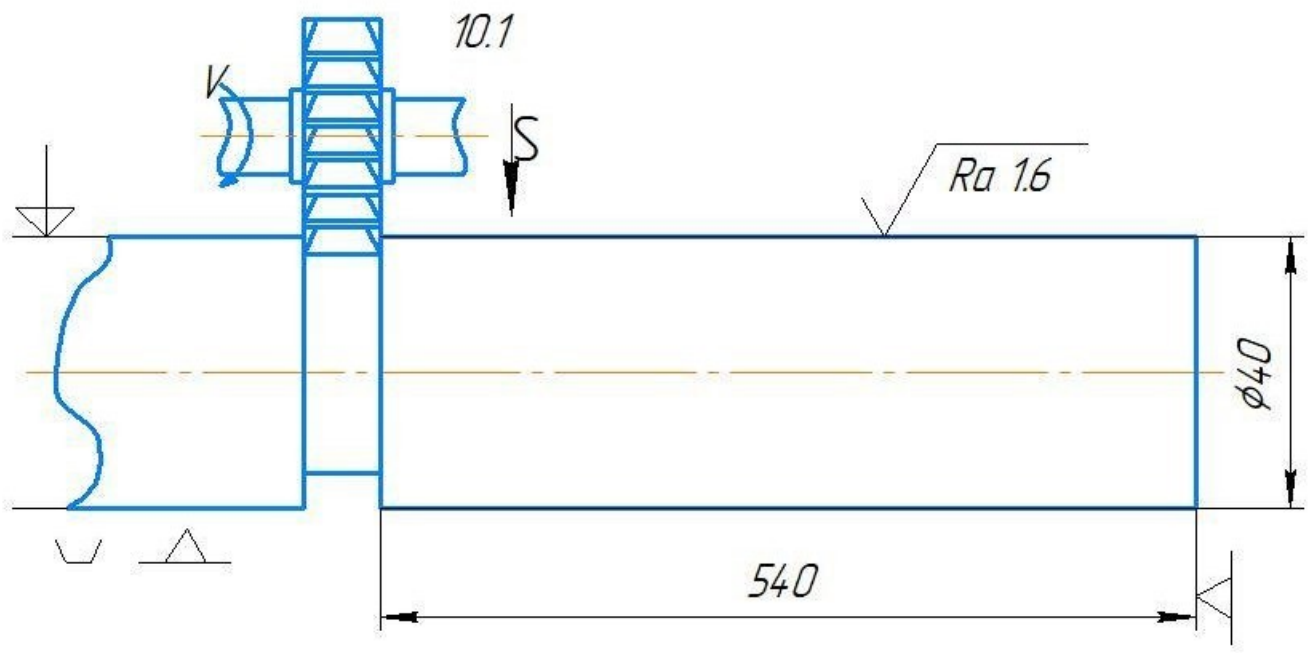
45 ДСТУ 7809:2015

НУХТ ОХ-4-3

| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              |              |              |              |              |

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |

10. Заготовительна



√ Ra 6,3(√)

√ Ra 1.6

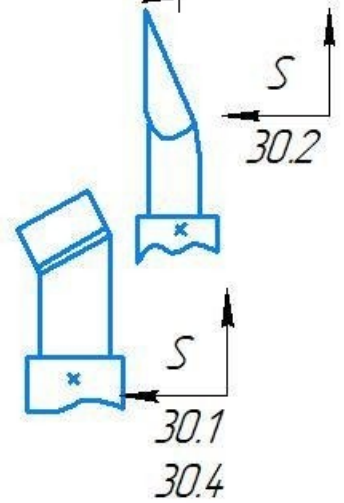
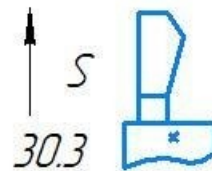
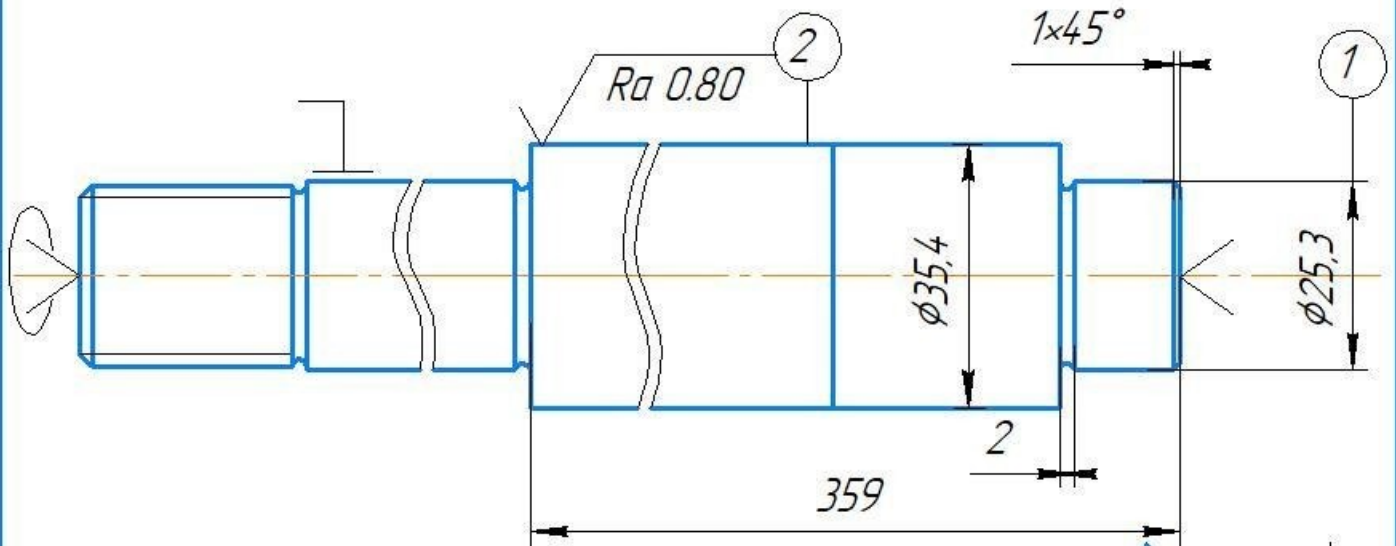
10.1

φ40

540

30.Токарна

$\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{1})}$



КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Подп. и дата |
| Инв. № дубл. | Подп. и дата |

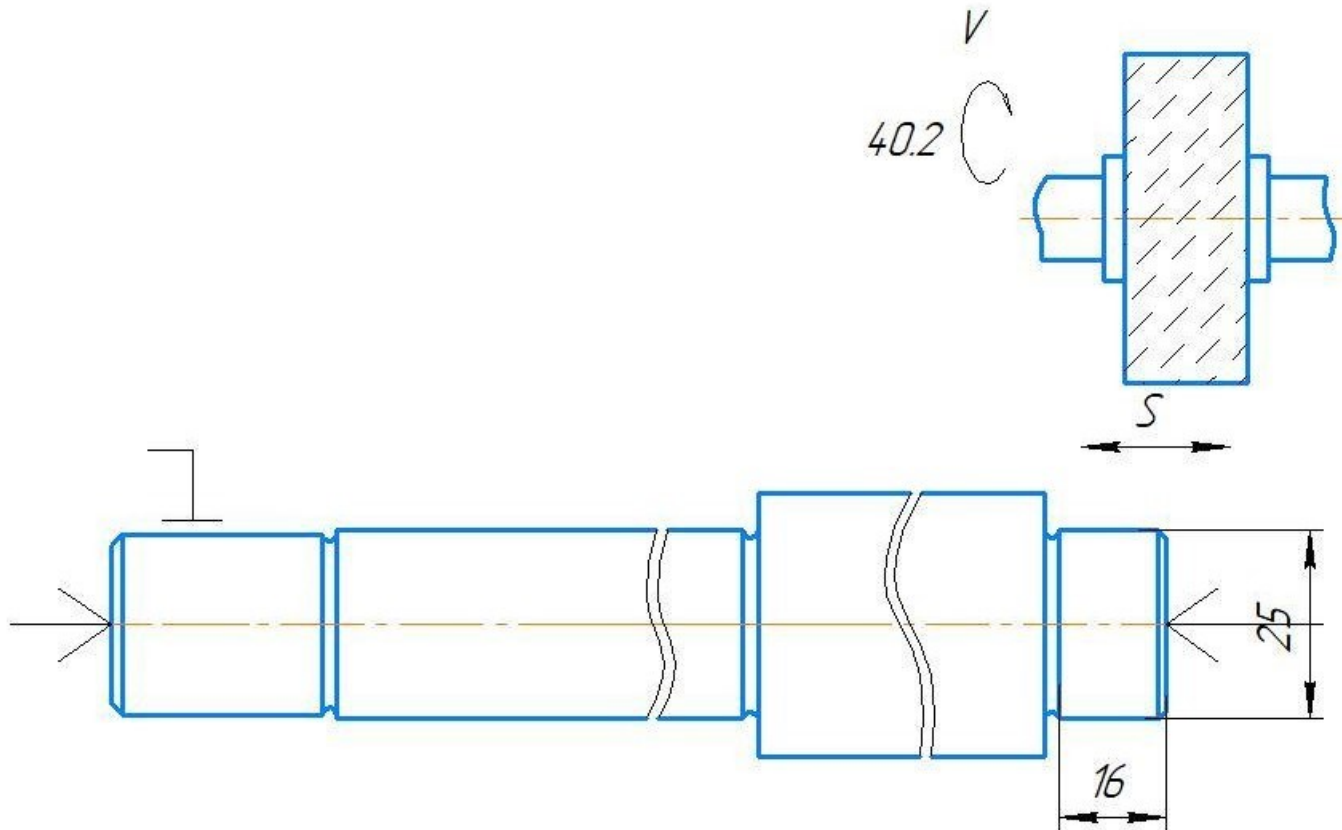
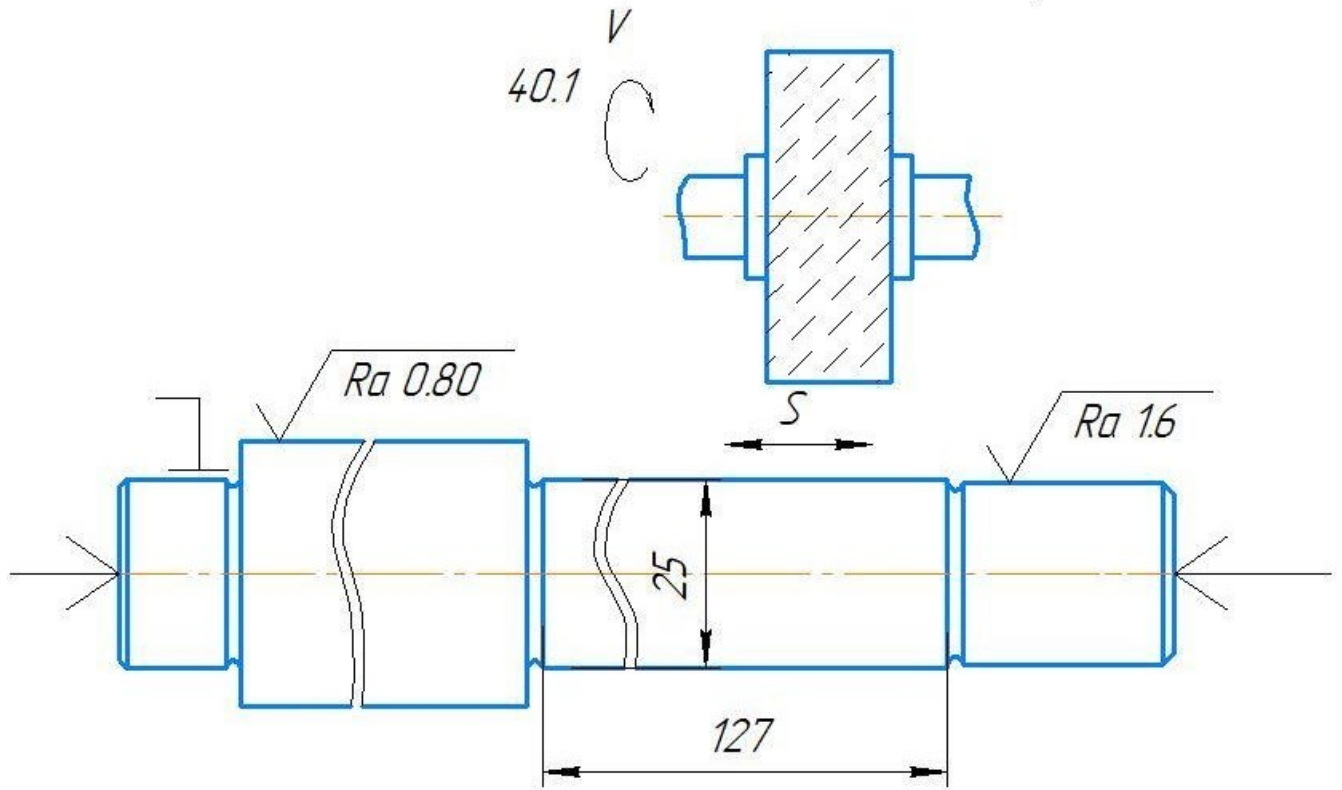
|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

30.Токарна

Лист

40.Шліфувальна

$\sqrt{Ra 6,3 (\checkmark)}$



КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|              |              |              |              |              |

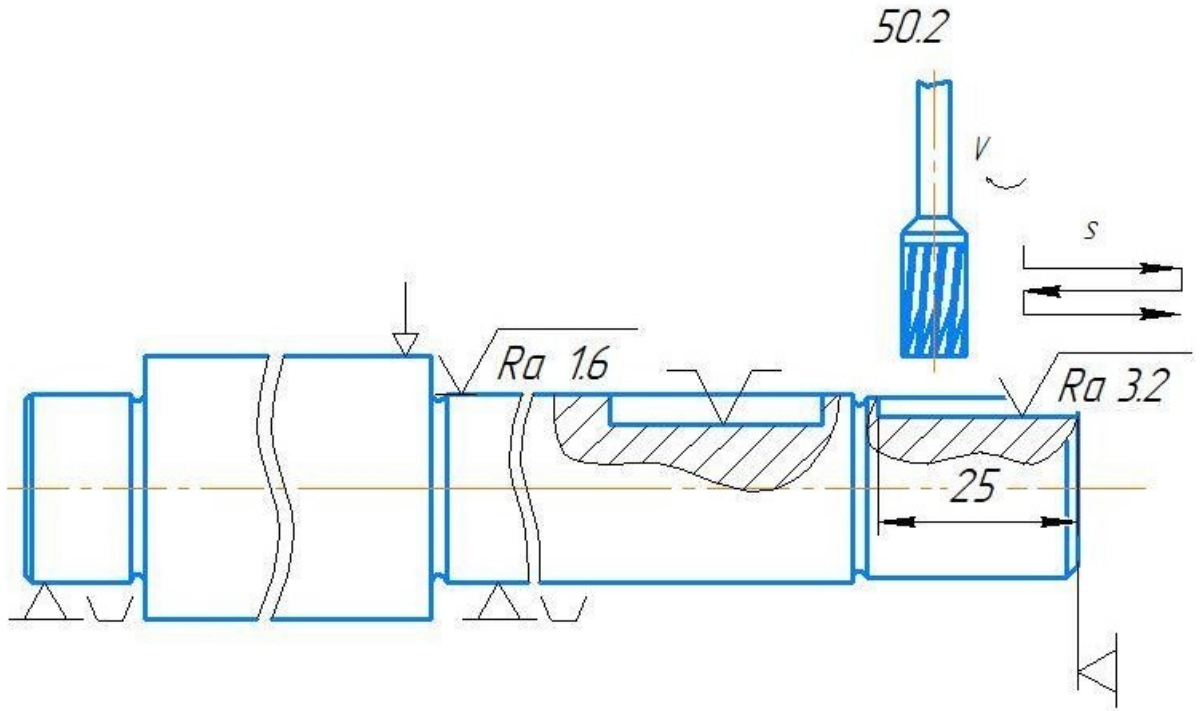
|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

40.Шліфувальна

Лист

50.Фрезерна

$\sqrt{Ra\ 6.3\ (\sqrt{1})}$



КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

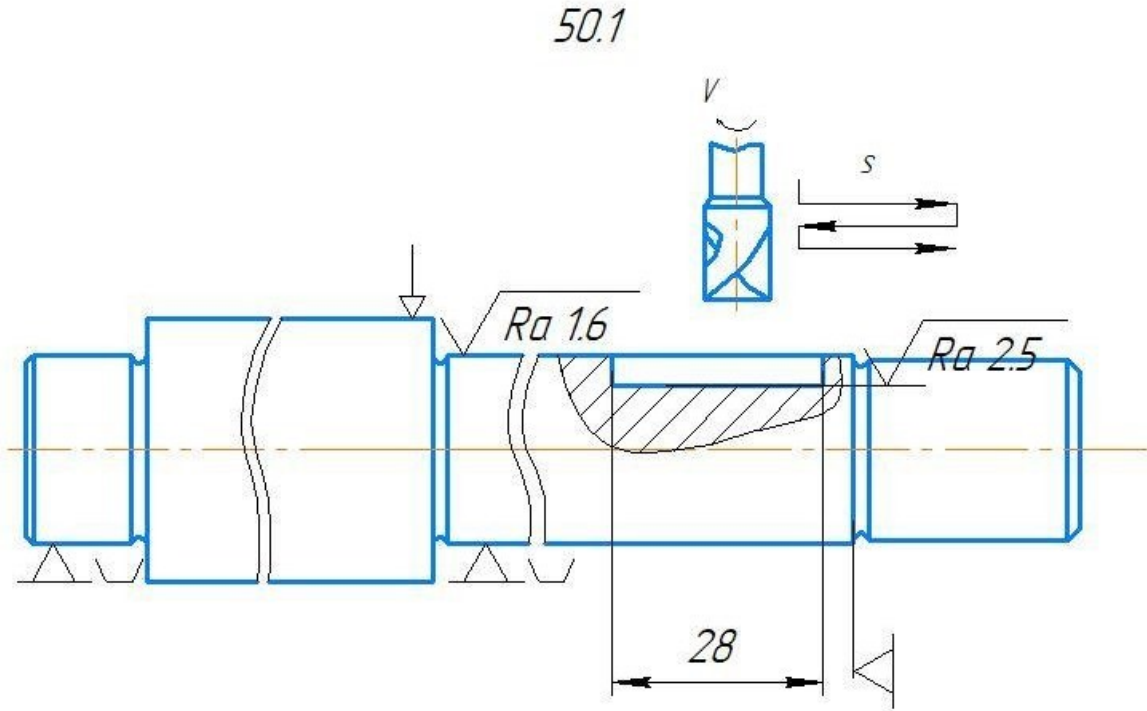
|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|              |              |              |              |              |
| Изм.         | Лист         | № докум.     | Подп.        | Дата         |
|              |              |              |              |              |

50.Фрезерна

Лист

50.Фрезерна

$\sqrt{Ra 6.3 (\sqrt{1})}$



КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|              |              |              |              |              |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

50.Фрезерна

Лист

| Перв. примен. |  | Справ. № |  | Формат | Зона | Поз. | Обозначение           | Наименование                       | Кол. | Примечание |
|---------------|--|----------|--|--------|------|------|-----------------------|------------------------------------|------|------------|
|               |  |          |  |        |      |      |                       | Документація                       |      |            |
|               |  |          |  | A1     |      |      |                       | Складальне креслення вакуум-камери |      |            |
|               |  |          |  |        |      |      |                       | Складальні одиниці                 |      |            |
|               |  |          |  |        |      | 1    | 102402.ДП.00089.01.01 | Мотор-редуктор                     | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 2    | 102402.ДП.00089.01.02 | Ланцюгова передача                 | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 3    | 102402.ДП.00089.01.03 | Приймальний бункер                 | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 4    | 102402.ДП.00089.01.04 | Вивантажувальний бункер            | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 5    | 102402.ДП.00089.01.05 | Мальтійський механізм              | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 6    | 102402.ДП.00089.01.06 | Ротор                              | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 7    | 102402.ДП.00089.01.07 | Підшипниковий вузол                | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 8    | 102402.ДП.00089.01.08 | Бункер                             | 1    |            |
|               |  |          |  |        |      | 9    | 102402.ДП.00089.01.09 | Патрубок вакуум системи            | 2    |            |
|               |  |          |  |        |      | 10   | 102402.ДП.00089.01.10 | Рама                               | 1    |            |

160187.ДП.47.

|          |      |            |       |      |
|----------|------|------------|-------|------|
| Изм.     | Лист | № докум.   | Подп. | Дата |
| Разраб.  |      | Лапка М.С. |       |      |
| Пров.    |      | Десик М.Г. |       |      |
| Н.контр. |      |            |       |      |
| Утв.     |      | Гавва О.М. |       |      |

Вакуум-камера  
Загальний вид

|      |      |        |
|------|------|--------|
| Лит. | Лист | Листов |
|      |      |        |

НУХТ ОХ-4-3

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение            | Наименование                       | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|------------------------|------------------------------------|------|------------|
|        |      |      |                        |                                    |      |            |
|        |      |      |                        | <u>Документація</u>                |      |            |
| A1     |      |      |                        | Складальне креслення вакуум-камери |      |            |
|        |      |      |                        | <u>Складальні одиниці</u>          |      |            |
|        |      | 1    | 102402.ДП.00089.01.000 | Корпус                             | 1    |            |
|        |      | 2    | 102402.ДП.00089.02.000 | Ротор                              | 1    |            |
|        |      | 3    | 102402.ДП.00089.03.000 | Приймальний бункер                 | 1    |            |
|        |      | 4    | 102402.ДП.00089.04.000 | Вивантажувальний бункер            | 1    |            |
|        |      |      |                        | <u>Деталі</u>                      |      |            |
|        |      | 5    | 102402.ДП.00089.00.001 | Корпус підшипника                  | 2    |            |
|        |      | 6    | 102402.ДП.00089.00.002 | Кришка глуха                       | 1    |            |
|        |      | 7    | 102402.ДП.00089.00.003 | Кришка                             | 1    |            |
|        |      | 8    | 102402.ДП.00089.00.004 | Кришка корпусу                     | 2    |            |
|        |      | 9    | 102402.ДП.00089.00.005 | Вал                                | 2    |            |
|        |      | 10   | 102402.ДП.00089.00.006 | Прокладка                          | 2    |            |
|        |      | 11   | 102402.ДП.00089.00.007 | Втулка                             | 1    |            |
|        |      | 12   | 102402.ДП.00089.00.008 | Бункер                             | 6    |            |

160187.ДП.47

**Вакуум-камера  
розріз**

| Лист. | Лист | Листов |
|-------|------|--------|
|       | 1    | 2      |

НУХТ ОХ-4-3

| Изм.     | Лист | № докум.   | Подп. | Дата |
|----------|------|------------|-------|------|
| Разраб.  |      | Лапка М.С. |       |      |
| Пров.    |      | Десик М.Г. |       |      |
| Н.контр. |      |            |       |      |
| Утв.     |      | Гавва О.М. |       |      |

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|              |              |              |              |              |

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование               | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|-------------|----------------------------|------|------------|
|        |      |      |             | <u>Стандартні вироби</u>   |      |            |
|        |      |      |             | <i>Болти ГОСТ7798-70</i>   |      |            |
|        |      | 14   |             | <i>M6-8g × 15.58</i>       | 1    |            |
|        |      | 15   |             | <i>M6-8g × 16.58</i>       | 8    |            |
|        |      | 16   |             | <i>M8-8g × 26.58</i>       | 8    |            |
|        |      | 17   |             | <i>M10-8g × 20.58</i>      | 12   |            |
|        |      |      |             | <i>Кільце ГОСТ 6308-81</i> |      |            |
|        |      | 18   |             | <i>СП 42-29-5</i>          | 1    |            |
|        |      | 19   |             | <i>СП 47-34-5</i>          | 4    |            |
|        |      |      |             | <i>Манжета 250 × 210-5</i> |      |            |
|        |      |      |             | <i>ТУ38.105.1725-86</i>    | 2    |            |
|        |      | 21   |             | <i>Підшипник 205</i>       |      |            |
|        |      |      |             | <i>ГОСТ8338-75</i>         | 2    |            |
|        |      | 22   |             | <i>Шпонка 8×7×28</i>       |      |            |
|        |      |      |             | <i>ГОСТ23360-78</i>        | 1    |            |
|        |      | 23   |             | <i>Штифт 8h8×75</i>        |      |            |
|        |      |      |             | <i>ГОСТ3128-70</i>         | 2    |            |

|      |      |          |       |      |      |
|------|------|----------|-------|------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лист |
|      |      |          |       |      | 2    |